## نموذج ترخيص

أنا الطالب : علا عبدالله مصطفى عمايره أمنح الجامعة الأردنيـــة و/ أو من تفوضه ترخيصاً غير حصري دون مقابل بنشر و / أو استعمال و / أو اســـتغلال و / أو ترجمة و / أو تصوير و / أو إعادة إنتاج بأي طريقة كانت سواء ورقية و / أو إلكترونيـــة أو غير ذلك رسالة الماجستير / الدكتوراه المقدمة من قبلي وعنوانها.

أثر التغير المناخي على الموارد المائية في الأردن

وذلك لغايات البحث العلمي و / أو التبادل مع المؤسسات التعليميـــة والجامعـــات و / أو لأي غاية أخرى تراها الجامعة الأردنية مناسبة، وأمنح الجامعة الحق بالترخيص للغير بجميـــع أو بعض ما رخصته لها.

اسم الطالب: علا عبدالله مصطفى عمايره

التوقيـــــع:

التاريـــــخ: ٢٧/٨/٢٠١٤م

# أثر التغير المناخي على العواصف الثلجية في الأردن


إعداد

علا عبدالله مصطفى عياصره


المشرف

الأستاذ الدكتور نعمان شحادة

قدمت هذه الرسالة استكمالا لمتطلبات الحصول على درجة الماجستير في الجغرافيا


كلية الدراسات العليا

الجامعة الأردنية



آب، 2014

**نوقشت هذه الرسالة ( أثر التغير المناخي على العواصف الثلجية في الأردن ) وأجيزت بتاريخ 2014/8/11**

| أعضاء لجنة المناقشة | التوقيع |
|---|---|
| الدكتور نعمان عابد شحادة ، مشرفا<br>أستاذ مشارك – جغرافيا المناخ | ...................... |
| الدكتور يحيى فرحان ، عضوا<br>أستاذ مشارك – جغرافيا طبيعية | ...................... |
| الدكتور علي غانم ، عضوا<br>أستاذ – جغرافيا المناخ | ...................... |
| الدكتور محمد أحمد بني دومي ، عضوا<br>أستاذ – جغرافيا المناخ ( جامعة اليرموك ) | ...................... |

# الإهداء

إلى حياتي و قرة عيني وقدوتي الدائمين
إلى من يفرحان لفرحي ويحزنان لحزني
إلى أمي وأبي

لطالما أعطيتموني كل ما أحتاجه .. دون مقابل
لطالما كنتما عونا، وسندا لي في حياتي

إلى فلذة كبدي ، وقرة عيني
( حسن الدين ولانا)

إلى أحبابي ورفقاء دربي ... إلى أخوتي جميعا
(عماد ،عبير ،علاء،أحمد،محمد)

وللطموح بقية

الطموح هو مسار النجاح لكن الاستمرار هو العربة التي نسير بها عليه

كلمة شكر

أتقدم بجزيل الشكر والإمتنان إلى أستاذي ومعلمي، (نعمان شحادة)
الذي منحني الكثير من وقته) وكان عونا ومتابعا ومرشدا لي ، والذي تعلمت منه كيف يكون التفاني والإخلاص في العمل .. ومنه آمنت أن لا مستحيل في سبيل الإبداع والرقي .. وبعد عناء ومشقة طريق طويل كنت أنت لي فيه النور والدليل ..أهديك بعضا مما أكنه من محبة وإحترام ..ولو أنني أقف أمام ماقدمته لي عاجزة عن التعبير..

كما أتقدم بجزيل الشكر والعرفان، لأعضاء هيئة التدريس في قسم الجغرافيا كافة ، ولا أنسى دعمهم وتوجيههم وإرشادهم الدائم..

أسأل الله عز وجل أن يجزيكم عني خير الجزاء وأن يجعل كل ماقدمتموه لي في ميزان حسناتكم
حفظكم الله ورعاكم

وأبعث رساله شكر وامتنان إلى...

من أشعل لي أول شمعة...إلى عبق طفولتي..ودفء حياتي...وأريج شبابي.. و ملجئي وملاذي..إلى من تحمل كل لحظه ألم في حياتي وحولها الى لحظات فرح...إلى حبيبي وروح قلبي
أبي

والى من ساندتني يوم ضعفي ...و حبيبتي التي شاركتني همي وحزني...الى من ذرفت الدموع من أجلي... و سقتني الحب في صغري حتى أرتوت منه عروق جسدي..الى من أصغر أمامها
أمي

ولا أنسى ..كل من مد لي يد العون والمساعدة في إخراج هذه الدراسة علي أكمل وجه

# فهرس المحتويات


| المحتوى | الصفحة |
| --- | --- |
| قرار لجنة المناقشة | ب |
| الإهداء | ج |
| كلمة شكر | د |
| فهرس المحتويات | ه |
| فهرس الجدا | ح |
| فهرس الأشكال | ك |
| فهرس الخرائط | س |
| الملخص باللغة العربية | ع |
| الفصل الأول(الإطار النظري للدراسة) | |
| المقدمة | 2 |
| مشكلة الدراسة وأسئلتها | 4 |
| فرضيات الدراسة | 4 |
| أهمية الدراسة | 5 |
| أهداف الدراسة | 5 |
| الدراسات السابقة | 6 |
| منهجية البحث | 9 |
| عينة الدراسة | 9 |
| البيانات المستخدمة في الدراسة | 9 |
| الأساليب الإحصائية المستخدمة لتحليل البيانات | 11 |
| الفصل الثاني(التغير المناخي العالمي) | 13 |
| تعريف التغير المناخي | 14 |
| أسباب التغير المناخي(ظاهرة الإحتباس الحراري) | 15 |

| | |
|---|---|
| أسباب الإحتباس الحراري | 16 |
| غازات الإحتباس الحراري(الدفيئة) | 18 |
| أبعاد ظاهرة التغير المناخي على المستوى العالمي | 20 |
| أبعاد ظاهرة التغير المناخي في الدول النامية | 22 |
| تأثير التغير المناخي على منطقة شرق البحر المتوسط والشرق الأوسط في الوقت الحاضر | 26 |
| التوقعات المستقبلية لأثر التغير المناخي على منطقة شرق البحر المتوسط والشرق الأوسط | 26 |
| تأثير و أبعاد ظاهرة التغير المناخي على الأردن | 29 |
| الفصل الثالث(العواصف الثلجية في الأردن) | 32 |
| العوامل المؤثرة على مناخ الأردن(العوامل الجغرافية) | 33 |
| العوامل المؤثرة على مناخ الأردن (العوامل السينوبتيكية) | 35 |
| العواصف الثلجية في الأردن(مصدر المنخفضات الجوية) | 39 |
| أسباب تشكل المنخفضات الجوية في الأردن | 40 |
| العوامل السينوبتيكية التي تؤدي الى حدوث عواصف ثلجية في الأردن | 42 |
| تكرار حدوث العواصف الثلجية | 45 |
| التوزيع السنوي لعدد مرات حدوث العواصف الثلجية في المحطات المناخية | 47 |
| طول العواصف الثلجية في الأردن | 53 |
| عدد أيام التساقط الثلجي في المحطات المناخية المدروسة في الفترة الممتدة من 1970-2010 | 54 |
| الفصل الرابع(أثر التغير المناخي على العواصف الثلجية في الأردن) | 58 |
| أثر التغير المناخي على عدد العواصف الثلجية في الأردن | 59 |
| تأثير التغير المناخي على طول العواصف الثلجية في الأردن | 75 |

| | |
|---|---|
| النتائج | 91 |
| التوصيات | 94 |
| المراجع باللغة العربية | 95 |
| المراجع الأجنبية | 98 |
| الملخص باللغة الأجنبية | 102 |

## فهرس الجداول


| اسم الجدول | رقم الجدول | الصفحة |
| --- | --- | --- |
| الفصل الأول | | |
| ارتفاع المحطات المستخدمة في الدراسة عن سطح البحر | 1 | 10 |
| الفصل الثاني | | |
| النسب المئوية للغازات في البراكين ورمزها الكيميائي (موسى( 1996) | 2 | 17 |
| تركيبة الهواء الغازية والنسب المئوية حجماً و الوزن الجزيئي | 3 | 18 |
| الزيادة في معدل درجات الحرارة خلال الخمسة عقود الماضية | 4 | 30 |
| الفصل الثالث | | |
| تكرارات حدوث العواصف الثلجية في أماكن تمركز المنخفضات الجوية في الأردن | 5 | 39 |
| عدد مرات حدوث العواصف الثلجية للمحطات المناخية من عام 1970-2010. | 6 | 45 |
| التكرار السنوي لحدوث العواصف الثلجية في الشوبك في الفترة الممتدة بين (1970-2010). | 7 | 47 |
| التكرار السنوي لحدوث العواصف الثلجية في رأس منيف في الفترة الممتدة بين (1970-2010). | 8 | 48 |
| التكرار السنوي لحدوث العواصف الثلجية في الجامعة الأردنية في الفترة الممتدة بين (1970-2010). | 9 | 49 |
| التكرار السنوي لحدوث العواصف الثلجية في مطار عمان في الفترة الممتدة بين (1970-2010) | 10 | 50 |
| التكرار السنوي لحدوث العواصف الثلجية في إربد في الفترة الممتدة بين (1970-2010). | 11 | 51 |

| | | |
|---|---|---|
| الفصل الرابع | | |
| خصائص إحصائية عامة لمجموع مرات حدوث العواصف الثلجية في محطات الدراسة خلال الفترة الممتدة من عام 1970-2010 | 12 | 60 |
| إختبار t لعدد العواصف الثلجية لمتوسطين حسابيين في فترتين زمنيتين ،الأولى:1970- 1989، الثانية :1990-2010 ،في الشوبك | 13 | 61 |
| إختبار t لعدد العواصف الثلجية لمتوسطين حسابيين في فترتين زمنيتين ،الأولى:1970- 1989، الثانية :1990-2010 ،في رأس منيف | 14 | 61 |
| إختبار t لعدد العواصف الثلجية لمتوسطين حسابيين في فترتين زمنيتين ،الأولى:1970- 1989، الثانية :1990-2010 ،في الجامعة الأردنية | 15 | 61 |
| إختبار t لعدد العواصف الثلجية لمتوسطين حسابيين في فترتين زمنيتين ،الأولى:1970- 1989، الثانية :1990-2010 ،في مطار عمان | 16 | 62 |
| إختبار t لعدد العواصف الثلجية لمتوسطين حسابيين في فترتين زمنيتين ،الأولى:1970- 1989، الثانية :1990-2010 ،في إربد | 17 | 62 |
| إختبار t لعدد العواصف الثلجية لمتوسطين حسابيين في فترتين زمنيتين ،الأولى:1970- 1989، الثانية :1990-2010 ،في جميع المحطات | 18 | 62 |
| إختبار t، ودرجة الإنحدار الخطي لعدد العواصف الثلجية في المحطات المناخية في الفترة الممتدة من عام 1970-2010 | 19 | 63 |
| خصائص إحصائية عامة لمجموع العواصف الثلجية في محطات الدراسة خلال الفترة الممتدة من عام 1970-2010 | 20 | 75 |
| إختبار t لأطوال العواصف الثلجية لمتوسطين حسابيين في فترتين زمنيتين ،الأولى:1970- 1989، الثانية :1990-2010 ،في الشوبك | 21 | 76 |
| إختبار t لأطوال العواصف الثلجية لمتوسطين حسابيين في فترتين زمنيتين ،الأولى:1970- 1989، الثانية :1990-2010 ،في رأس منيف | 22 | 77 |
| إختبار t لأطوال العواصف الثلجية لمتوسطين حسابيين في فترتين زمنيتين ،الأولى:1970- 1989، الثانية :1990-2010 ،في الجامعة الأردنية | 23 | 77 |
| إختبار t لأطوال العواصف الثلجية لمتوسطين حسابيين في فترتين زمنيتين ،الأولى:1970- 1989، الثانية :1990-2010 ،في مطار عمان | 24 | 77 |

| | | |
|---|---|---|
| إختبار t لأطوال العواصف الثلجية لمتوسطين حسابيين في فترتين زمنيتين ،الأولى:1970- 1989، الثانية :1990-2010 ،في إربد | 25 | 78 |
| إختبار t لأطوال العواصف الثلجية لمتوسطين حسابيين في فترتين زمنيتين ،الأولى:1970- 1989، الثانية :1990-2010 ،في جميع المحطات | 26 | 78 |
| إختبار t، ودرجة الإنحدار الخطي لعدد العواصف الثلجية في المحطات المناخية للفترة الممتدة من عام 1970-2010 | 27 | 79 |

**فهرس الأشكال**


| المحتوى | الرقم | الصفحة |
|---|---|---|
| التغير في درجات الحرارة العالمية من عام 1880-.2010 | 1 | 21 |
| المعدلات العالمية لتراكيز غازات الدفيئة الأساسية (ثاني أوكسيد الكربون،الميثان،أوكسيد النتروز (1978-2010) | 2 | 21 |
| معدل عدد مرات حدوث العواصف الثلجية للمحطات المناخية من عام 1970-2010 | 3 | 46 |
| علاقة ارتفاع المحطات المناخية مع معدل عدد مرات حدوث العواصف الثلجية للفتره (1970-2010) | 4 | 46 |
| التكرار السنوي لحدوث العواصف الثلجية في الشوبك في الفترة الممتدة بين (1970-2010). | 5 | 48 |
| التكرار السنوي لحدوث العواصف الثلجية في رأس منيف في الفترة الممتدة بين (1970-2010). | 6 | 49 |
| التكرار السنوي لحدوث العواصف الثلجية في الجامعة الأردنية في الفترة الممتدة بين (1970-2010). | 7 | 50 |
| التكرار السنوي لحدوث العواصف الثلجية في مطار الملكة علياء في الفترة الممتدة بين (1970-2010). | 8 | 51 |
| التكرار السنوي لحدوث العواصف الثلجية في إربد في الفترة الممتدة بين (1970-2010). | 9 | 52 |
| أطوال العواصف الثلجية لكل سنة في الشوبك في الفترة الممتدة بين عام 1970-2010 | 10 | 54 |
| أطوال العواصف الثلجية لكل سنة في رأس منيف في الفترة الممتدة بين عام 1970-2010 | 11 | 55 |
| أطوال العواصف الثلجية لكل سنة في الجامعة الأردنية في الفترة الممتدة بين عام 1970-2010 | 12 | 56 |
| أطوال العواصف الثلجية لكل سنة في مطار عمان في الفترة الممتدة بين عام 1970-2010 | 13 | 56 |

| | | |
|---|---|---|
| أطوال العواصف الثلجية لكل سنة في إربد في الفترة الممتدة بين عام 1970-2010 | 14 | 57 |
| الإنحدار الخطي لعدد العواصف الثلجية في الشوبك(1970-2010). | 15 | 64 |
| الإنحدار الخطي لعدد العواصف الثلجية في رأس منيف(1970-2010). | 16 | 65 |
| ميل الإنحدار لعدد العواصف الثلجية في الجامعة الأردنية(1970-2010). | 17 | 65 |
| الإنحدار الخطي لعدد العواصف الثلجية في مطار عمان(1970-2010). | 18 | 66 |
| الإنحدار الخطي لعدد العواصف الثلجية في إربد(1970-2010). | 19 | 66 |
| المتوسطات المتحركة لعدد العواصف الثلجية في الشوبك للفترة الممتدة من عام 1970-2010 | 20 | 67 |
| المتوسطات المتحركة لعدد العواصف الثلجية في رأس منيف للفترة الممتدة من عام 1970-2010 | 21 | 68 |
| المتوسطات المتحركة لعدد العواصف الثلجية في الجامعة الأردنية للفترة الممتدة من عام 1970-2010 | 22 | 68 |
| المتوسطات المتحركة لعدد العواصف الثلجية في مطار عمان للفترة الممتدة من عام 1970-2010 | 23 | 69 |
| المتوسطات المتحركة لعدد العواصف الثلجية في إربد للفترة الممتدة من عام 1970-2010 | 24 | 69 |
| المتوسطات المتحركة لعدد العواصف الثلجية في جميع المحطات المدروسة للفترة الممتدة من عام 1970-2010 | 25 | 70 |
| منحنى الفروق المتجمعة لأعداد العواصف الثلجية عن وسطها الحسابي في الشوبك للفترة الممتدة من عام 1970-2010. | 26 | 72 |
| منحنى الفروق المتجمعة لأعداد العواصف الثلجية عن وسطها الحسابي في رأس منيف للفترة الممتدة من عام 1970-2010. | 27 | 72 |
| منحنى الفروق المتجمعة لأعداد العواصف الثلجية عن وسطها الحسابي في الجامعة الأردنية للفترة الممتدة من عام 1970-2010 | 28 | 72 |

| | | |
|---|---|---|
| **منحنى الفروق المتجمعة لأعداد العواصف الثلجية عن وسطها الحسابي في مطار عمان للفترة الممتدة من عام 1970-2010.** | 29 | 73 |
| **منحنى الفروق المتجمعة لأعداد العواصف الثلجية عن وسطها الحسابي في إربد للفترة الممتدة من عام 1970-2010.** | 30 | 73 |
| **منحنى الفروقات المتجمعة لأعداد العواصف الثلجية عن وسطها الحسابي في جميع المحطات المدروسة للفترة الممتدة من عام 1970-.2010** | 31 | 74 |
| **الإنحدار الخطي لأطوال العواصف الثلجية في الشوبك في الفترة الممتدة من عام 1970-2010** | 32 | 80 |
| **الإنحدار الخطي لأطوال العواصف الثلجية في رأس منيف في الفترة الممتدة من عام 1970-2010** | 33 | 80 |
| **الإنحدار الخطي لأطوال العواصف الثلجية في الجامعة الأردنية في الفترة الممتدة من عام 1970-2010** | 34 | 81 |
| **الإنحدار الخطي لأطوال العواصف الثلجية في مطار عمان في الفترة الممتدة من عام 1970-2010** | 35 | 81 |
| **الإنحدار الخطي لأطوال العواصف الثلجية في إربد في الفترة الممتدة من عام 1970-2010** | 36 | 82 |
| **الإنحدار الخطي لأطوال العواصف الثلجية في جميع المحطات في الفترة الممتدة من عام 1970-2010** | 37 | 82 |
| **المتوسطات المتحركة لأطوال العواصف الثلجية في الشوبك للفترة الممتدة من عام 1970-2010** | 38 | 83 |

| | | |
|---|---|---|
| المتوسطات المتحركة لأطوال العواصف الثلجية في رأس منيف للفترة الممتدة من عام 1970-2010 | 39 | 84 |
| المتوسطات المتحركة لأطوال العواصف الثلجية في الجامعة الأردنية للفترة الممتدة من عام 1970-2010 | 40 | 84 |
| المتوسطات المتحركة لأطوال العواصف الثلجية في مطار عمان للفترة الممتدة من عام 1970-2010 | 41 | 85 |
| المتوسطات المتحركة لأطوال العواصف الثلجية في إربد للفترة الممتدة من عام 1970-2010 | 42 | 85 |
| المتوسطات المتحركة لأطوال العواصف الثلجية في جميع المحطات المدروسة للفترة الممتدة من عام 1970-2010 | 43 | 86 |
| منحنى الفروقات المتجمعة لأطوال العواصف الثلجية في الشوبك للفترة الممتدة من عام 1970-2010 | 44 | 87 |
| منحنى الفروقات المتجمعة لأطوال العواصف الثلجية في رأس منيف للفترة الممتدة من عام 1970-2010 | 45 | 87 |
| منحنى الفروقات المتجمعة لأطوال العواصف الثلجية في الجامعة الأردنية للفترة الممتدة من عام 1970-2010 | 46 | 88 |
| منحنى الفروقات المتجمعة لأطوال العواصف الثلجية في مطار عمان للفترة الممتدة من عام 1970-2010 | 47 | 88 |
| منحنى الفروقات المتجمعة لأطوال العواصف الثلجية في إربد للفترة الممتدة من عام 1970-2010 | 48 | 88 |
| منحنى الفروقات المتجمعة لأطوال العواصف الثلجية في جميع المحطات للفترة الممتدة من عام 1970-2010 | 49 | 89 |

## فهرس الخرائط


| اسم الخريطة | الرقم | الصفحة |
|---|---|---|
| توزيع المحطات المناخية المدروسة في الأردن | 1 | 11 |
| تزايد درجات الحرارة /يوم في منتصف القرن الحالي. | 2 | 27 |
| تزايد درجات الحرارة /سنة في منتصف القرن. | 3 | 28 |
| خريطة سطحية تبين أثر امتداد المرتفع الآزوري في أحد الأعوام . | 4 | 43 |
| خريطة سطحية تبين أثر امتداد المرتفع السيبيري في أحد الأعوام . | 5 | 44 |

# أثر التغير المناخي على العواصف الثلجية في الأردن

**إعداد**

**علا عبدالله مصطفى عياصره**

**المشرف**

**الأستاذ الدكتور نعمان شحادة**

## ملخص

تناولت الدراسة بالتحليل، أثر التغير المناخي على العواصف الثلجية في الأردن خلال الفترة الممتدة من عام 1970-2010، بهدف معرفة الإتجاه العام لعدد وأطوال العواصف الثلجية في الأردن وفقا لهذا التغير، ولتحقيق ذلك: تم إستخدام المنهج الوصفي التحليلي، وتطبيق أساليب إحصائية مناسبة تتمثل في (إختبار t، والإنحدار الخطي، والفروقات المتجمعة، والمتوسطات المتحركة)) وقد خلصت الدراسة إلى وجود تراجع في الإتجاه العام لأعداد وأطوال العواصف الثلجية في الأردن، وبشكل خاص بعد عام 1992، ويتوقع أن يستمر التراجع، وتباعد فترات الذبذبات القوية للعواصف الثلجية، بعلاقة طردية مع الإستمرار في إرتفاع درجة الحرارة العالمية .

# الفصل الأول

## ( الإطار النظري للدراسة)

- المقدمة
- مشكلة الدراسة
- أهمية الدراسة
- أهداف الدراسة
- الدراسات السابقة
- منهجية البحث
- طبيعة البيانات وأسلوب جمعها
- أسلوب تحليل البيانات

## المقدمة :

يعتبر التغير المناخي مشكلة حقيقية تحدث الآن وتتفاقم باطراد، وتعد من أكبر التحديات التي يواجهها العالم في القرن الحادي والعشرين. حيث أدى التطور الصناعي إلى استخراج وحرق مليارات الأطنان من الوقود الأحفوري لتوليد الطاقة وهذه العملية أطلقت أطنان من غازات الدفيئة – كثاني أكسيد الكربون– ،التي أدت إلى ارتفاع درجة حرارة كوكب الأرض بمقدار 1.2 درجة مئوية(IPCC,2011)) مقارنة بمستويات ما قبل الثورة الصناعية، وما تلاها من تغيرات مناخية قد تكون خطيرة على بعض المناطق.

وقد توقعت اللجنة الدولية لتغير المناخ أن كمية المياه في المنطقة العربية ستكون شديدة التأثر نتيجة للتغير المناخي (IPCC,2007) .

وأكدت صباح في دراسة أجرتها عن أثر التغير المناخي على أمطار فصل الشتاء في الأردن (2011)) أن التغير المناخي يشكل تهديدا على الموارد المائية في الأردن مقارنة بكثير من دول العالم وسيؤدي لحدوث تناقص عام لمعدل الهطول السنوي.

أكد باحثون آخرون مثل: (2008) Piero Lionello& Filippo Giorgi في دراسة لهما عن أثر التغير المناخي على حوض البحر المتوسط ؛ حدوث تناقص في المعدل العام للتساقطات الثلجية والمطرية في فصل الشتاء و ارتفاع درجات الحرارة في فصل الصيف 8 0تعتبر المناطق الجنوبية والشرقية من حوض البحر المتوسط أكثر تأثرا من بقية المناطق الأخرى.

تناولت الدراسة أثر التغير المناخي على العواصف الثلجية في الأردن ، كونها من أهم المصادر المائية التي تعمل على زيادة الرطوبة في التربة وملئ السدود والخزانات المائية وتغذية المياه الجوفية. وتتساقط الثلوج في الأردن في فصل الشتاء فوق المرتفعات الجبلية التي يزيد ارتفاعها عن 500 م فوق مستوى سطح البحر (ELKAWASMEH,1983) وتهدف هذه الدراسة إلى تحديد أثر التغير المناخي على طبيعة التغير الذي طرأ على تكرار حدوث العواصف الثلجية في فصل الشتاء في الأردن خلال الفترة الزمنية الممتدة من عام 1970 الى عام 2010 وتحليل التباين في طول العواصف الثلجبة التي تعرض لها الأردن في نفس الفترة .

تكونت الدراسة من أربعة فصول، يتضمن الفصل الأول الإطار النظري للدراسة. الذي يبرز مشكلة الدراسة ومبرراتها وأهدافها، وأهميتها، والمنهجية التي استخدمت بها. ويتضمن الفصل الثاني تعريف وشرح مفصل لظاهرة التغير المناخي العالمي والإحتباس الحراري وغازات الدفيئة وأهم أبعاد هذه الظاهرة على المستوى العالمي والإقليمي والمحلي. ويشمل الفصل الثالث دراسة شاملة للعواصف الثلجية في الأردن وتكرار حدوثها وأعداد العواصف الثلجية وأطوالها للفترة الممتدة من عام 1970-2010. أما الفصل الرابع فيتضمن دراسة مفصلة عن أثر التغير المناخي العالمي على أعداد العواصف الثلجية في الأردن وأطوالها للفترة الممتدة من عام 1970- 2010 باستخدام أساليب إحصائية مناسبة.

## مشكلة الدراسة :

تتناول هذه الدراسة بالتحليل أثر التغير المناخي على العواصف الثلجية التي تعرض لها الأردن في فصل الشتاء (كانون ثاني ،شباط،آذار) خلال الفترة الممتدة من عام 1970–2010- وأخذت بيانات الدراسة من عينة من المحطات المناخية في الأردن تمثل: (رأس منيف،واربد ومطار عمان والجامعة الأردنية والشوبك)) وتم معالجة تلك البيانات باستخدام أساليب إحصائية مناسبة ؛ وذلك بقصد تحليل طبيعة التغير الذي طرأ على الإتجاه العام لتلك العواصف وعلى درجة تباينها واختلافها وعلاقة التغير في المسار العام بالتغير المناخي ، والتوقعات المستقبلية الممكنة وفقا لطبيعة المعلومات التي تم التوصل اليها.

تتلخص مشكلة الدراسة في التساؤلات التالية:

1- ما تأثير التغير المناخي على عدد العواصف الثلجية التي يتعرض لها الأردن خلال فصل الشتاء ؟

2- ما تأثير التغير المناخي على طول العواصف الثلجية بالأيام (عدد أيام التساقط الثلجي) ؟

## فرضيات الدراسة:

وفرضيات الدراسة هي على النحو التالي:

1- الإتجاه العام لعدد العواصف الثلجية التي يتعرض لها الأردن خلال فصل الشتاء هو اتجاه سالب **ذو** دلالة إحصائية على مستوى معنوية 5%.

3- الإتجاه العام لطول العواصف الثلجية التي يتعرض لها الأردن خلال فصل الشتاء هو اتجاه سالب ذو دلالة إحصائية على مستوى معنوية 5%.

**أهمية الدراسة:**

يتسبب التغير المناخي في الوقت الحاضر في تعديل معظم الظواهر المناخية؛ ويتوقع أن يكون له تأثيرات ذات أهمية بالغة على المناخ والموارد المائية بشكل خاص، ويمكن أن يكون هذا الأثر سلبي أو ايجابي وتقع الأردن في منطقة يتوقع أن تقل فيها الأمطار والثلوج وفقا لهذا التغير؛ لذلك تظهر أهمية دراسة الثلوج التي تعتبر من أهم المصادر المائية حيث تساهم في زيادة المخزون المائي للأودية والينابيع والسدود وإدامة الحياة النباتية بالإضافة لأهميتها في ري المزروعات بالري البطيء وتفيد بالقضاء على بيوض ويرقات الطفيليات والأمراض التي قد تصيب الأشجار والمزروعات؛ فتأتي هذه الدراسة لتحليل أثر التغير المناخي على العواصف الثلجية وإعطاء نظرة مستقبلية لما سيواجه الأردن من تحديات تفيد القطاعبن الزراعي والمائي وكذلك موائمة البنى التحتية والأشغال العامة للتغيرات المستقبلية المتوقعة من هذا الهطول وما لذلك فوائد على الخطط الإستراتيجية وميزانية تلك القطاعات.

**أهداف الدراسة:**

يسعى هذا البحث لتحقيق الأهداف التالية :

1- تحديد طبيعة التغير الذي طرأ على عدد مرات حدوث العواصف الثلجية في فصل الشتاء في الأردن خلال الفترة الزمنية (1970-2010) .

2- تحليل التباين في طول العواصف الثلجبة الذي تعرض له الأردن من عام 1970 الى 2010 في فصل الشتاء.

## الدراسات السابقة:

حظي موضوع التغير المناخي وأثره على عناصر المناخ المختلفة مثل الرطوبة والحرارة وتوزيع الأمطار والعواصف الثلجية وغيرها؛ اهتماما واسعا في العقود الأخيرة مع تنامي المخاوف من الآثار السلبية لهذه الظاهرة وتعد هذه الظاهرة عالمية أثرت على كوكب الأرض بطرق متفاوتة و خاصة توزيع المياه العذبة (Bates et al,2008) .

معظم الدراسات العالمية بحثت في أثر التغير المناخي على الغطاء الثلجي في مناطق محددة من العالم ويوجد الكثير من الدراسات لأثر التغير المناخي على معظم الظواهر الجوية المختلفة ولكن القليل من تلك الدراسات كان مخصص لأثره على العواصف الثلجية .

### الدراسات السابقة على المستوى العالمي:

ومن أبرز هذه الدراسات:

- دراسة كل من (T.P.Barnett, J.C.Adam,et.al.2005) عن الآثار المحتملة للتغير المناخي على الموارد المائية في المناطق المغطاة بالثلوج في العالم وخلصت الى أن الإرتفاع في درجات الحرارة الناجم عن الإحتباس الحراري سيؤدي إلى تناقص معدلات الهطول بشكل عام سواء المطري أو التساقط الثلجي مع زيادة معدلات ذوبان الثلوج .
- دراسة أجراها سيس و آخرون (Cess, R.D,et.al.1991) لتفسير ومعرفة التغيرات التي طرأت على العواصف الثلجيةا بينت تناقص في التساقط الثلجي وزيادة ذوبان الثلوج؛ بسبب

ارتفاع درجة حرارة الأرض ومع استمرار ظاهرة الإحتباس الحراري7 سيتحول العالم الى عالم مظلم وهذا من شأنه زيادة امتصاص الأرض للأشعة الضارة من الشمس.

- دراسة كل من (2010) Jonathan Overpeck & Bradley Udull عن أوقات الجفاف في غرب الولايات المتحدة الأمريكية وخلصت إلى استمرار ارتفاع درجات الحرارة وانخفاض ملموس في كثافة الثلوج .
- أظهرت دراسة أجراها كل من (2003) Kevin Hennessy, Penn Whetton,et.al عن أثر التغير المناخي على الثلوج في إستراليا، وجود تناقص عام في كثافة الثلوج في أربعة مواقع في جبال الألب، خلال الفترة الممتدة من عام 1957–2002.

**الدراسات في منطقة حوض البحر المتوسط :**

- توصل كل من (2008) Piero Lionello & Filippo Giorgi في دراسة لهما عن أثر التغير المناخي على مناخ حوض البحر المتوسط إلى: وجود تناقص في المعدل العام للتساقطات في فصل الشتاء مع ارتفاع درجات الحرارة في فصل الصيف والمناطق الشمالية من البحر المتوسط هي أقل تأثرا من بقية المناطق الأخرى.
- بينت دراسة أجراها (1999) Nigel.W.Arnell، عن أثر التغير المناخي على المصادر المائية انخفاض في معدل الجريان السطحي السنوي في خطوط العرض الوسطى لمنطقة الشرق الأوسط ومعظم المناطق شبه الإستوائية. وسيؤدي ارتفاع درجات الحرارة المرتبطة بتغير المناخ إلى انخفاض عام في نسبة هطول الأمطار وتساقط الثلوج.

**الدراسات الإقليمية والمحلية:**

- بينت دراسة أجرتها Alistair Lyon (2010) ، عن مخاطر التغير المناخي على الغطاء الثلجي في لبنان ، وجود تناقص في معدلات الهطول، وارتفاع منسوب البحر نتيجة ذوبان الثلوج، وسينخفض الغطاء الثلجي بنسبة 40% في حلول عام 2040.
- ذكر الباحث توفيق في دراسة عن إدارة الموارد المائية في العراق (2004) أنها ستشهد مزيد من موجات الجفاف وشح الأمطار وتذبذبها. حيث تعددت موجات الحر الشديد وقلة الأمطار منذ عام 1999.
- دراسة أجراها رابح الجهني (1994)) عن العواصف الثلجية في المرتفعات الجبلية في الأردن والخصائص السينوبتيكية المؤثرة بها ولم يبحث في أثر التغير المناخي على العواصف الثلجية في الأردن (1) وقد توصل من خلال دراسته الى أن المرتفعات الجبلية الأردنية تتعرض إلى قرابة أربع أو خمس جبهات هوائية باردة (ثلجية) في السنة وتختلف مدة تأثير الجبهات الهوائية الباردة (الثلجية) على الأردن؛ اذ يستمر تأثير الجبهة الواحدة من يوم الى أربعة أيام وتوصل إلى أن العلاقة بين الإرتفاع وعدد أيام التساقط الثلجي علاقة خطية قوية ويصل معامل الإرتباط فيها الى 0,74 وتعتبر الشوبك أكثر مناطق الاردن تعرضا للثلوج وكذلك أشار إلى تأثير التساقط الثلجي الكثيف خلال موسم 1991-1992م- في إلحاق العديد من الخسائر البيئية في مختلف المحافظات وكان

---

(1): لا يوجد دراسة متعلقة بأثر التغير المناخي على العواصف الثلجية في الأردن بشكل خاص ومحدد بالإضافة الى عدم1992 دراسات تختص بأثر التغير المناخي على العواصف الثلجية في المنطقة العربية بشكل عام .

لقلة توفر الثقافة البيئية لدى السكان أثر كبير في زيادة الخسائر؛ نتيجة عدم اتخاذهم أي إحتياطات لمواجهة العواصف الثلجية رغم الإعلان المسبق عنها.

## منهجية البحث :

**عينة الدراسة :**

تم في هذا البحث استخدام عينة عنقودية تغطي المرتفعات الجبلية في الأردن والتي تتأثر بالعواصف الثلجية ويوجد لها سجل مناخي تفصيلي ودقيق وتمتد من أقصى شمال الأردن إلى جنوبه، وتشمل: عجلون، وإربد، وعمان والجامعة الأردنية، والشوبك وتغطي الفترة 1970-2010 .

**البيانات المستخدمة في هذه الدراسة:**

1- عدد العواصف الثلجية التي تعرض لها الأردن في فصل الشتاء (كانون ثاني ، شباط ، آذار) خلال الفترة الممتدة من عام 1970 - 2010.

2- عدد أيام التساقط الثلجي في فصل الشتاء (كانون الثاني،شباط،آذار)) خلال الفترة الممتدة من عام 1970-2010.

3- أماكن تمركز المنخفضات الجوية المؤدية لتساقط الثلوج خلال الفترة الممتدة من عام1970-2010.

أخذت بيانات الدراسة من عينة من المحطات المناخية في الأردن تتمثل في : (رأس منيف( وإربد ومطار عمان والجامعة الأردنية والشوبك) وتم معالجة تلك البيانات باستخدام أساليب إحصائية

مناسبة ؛ وذلك بقصد التعرف على طبيعة التغير الذي طرأ على الإتجاه العام لتلك العواصف وعلى درجة تباينها واختلافها، وعلاقة التغير في المسار العام بالتغير المناخي الذي يشغل العالم ويثير القلق في الوقت الحالي والمستقبل في الفترة الممتدة بين عام 1970 الى عام 2010، والتوقعات المستقبلية الممكنة وفقا لطبيعة المعلومات التي تم التوصل اليها .

تم الإعتماد في هذه الدراسة على البيانات المناخية في الأشهر الثلاث : كانون الثاني و شباط و آذار ؛ لأنها الأشهر التي تتعرض للعواصف الثلجية في فصل الشتاء في الأردن مأخوذة من خمس محطات للرصد الجوي التابعة للأرصاد الجوية الأردنية: شاملة وعلى ارتفاعات متباينة وموزعة على المرتفعات في مناطق مختلفة وهي : إربد وعجلون (رأس منيف)) ومطار عمان والجامعة الأردنية والشوبك ، وفيما يلي جدول (1) يوضح ارتفاعات هذه المحطات كالتالي :

ول رقم (1) ارتفاع المحطات المستخدمة في الدراسة عن سطح البحر

| اسم المحطة | الارتفاع عن مستوى سطح البحر (م) |
|---|---|
| الشوبك | 1365 |
| رأس منيف | 1150 |
| الجامعة الأردنية | 980 |
| مطار عمان | 776 |
| اربد | 616 |

المصدر:الأرصاد الجوية




خريطة (1): توزيع المحطات المناخية المدروسة في الأردن

**- الأساليب الاحصائية المستخدمة لتحليل البيانات لبيان أثر التغير المناخي على العواصف الثلجية في فصل الشتاء في الأردن:**

1- اختبار t (t- TEST ):

استخدم اختبار t في هذه الدراسة لبيان دلالة الفرق بين المتوسطات الحسابية لكل من عدد العواصف الثلجية ومدتها للفترة الأولى من الدراسة :1970-1989: والفترة الثانية : 1990-2010 ويهدف هذا الإختبار إلى معرفة ما إذا كانت الفروق بين المتوسطات حقيقية وذات دلالة إحصائية.

2- المتوسطات المتحركة (MOVING AVERAGE) :

إستخدمت المتوسطات المتحركة في هذه الدراسة للتخلص من التذبذب العشوائي في السلسلة الزمنية الذي قد يحدث لمتغير ، فقد يزداد أو ينقص خلال فترة زمنية طويلة ، وللتخلص من هذا الأثر يجمع كل عدد متتال من السنوات (حسب طول الدورة وقيمتها 3)) و يوجد متوسطه ، فتكون هذه المتوسطات هي القيم الإتجاهية.

3- الإنحدار الخطي (LINEAR REGRESSION) :

إستخدم الإنحدار الخطي البسيط في هذه الدراسة للكشف عن طبيعة التغير في العناصر المدروسة وبيان الدلالة الإحصائية لذلك التغير وفي الدراسة تمثل السنوات متغيرا مستقلا والعواصف الثلجية متغيرا تابعا.

4- الفروقات المتجمعة ( CUMMULATED DEVIATION ):

هذا الأسلوب من أكثر الأساليب المستخدمة في معرفة التغيرات التي تطرأ على العناصر المناخية المختلفة وتكشف عن التغير في السلسلة الزمنية وتم في هذا البحث عمل جمع تراكمي للفروقات بين القيم (عدد مرات العواصف الثلجية( طول العواصف الثلجية أو عدد أيام التساقط الثلجي ) قي فصل الشتاء عن المتوسط الحسابي لها .

# الفصل الثاني

## (التغير المناخي العالمي)

- **تعريف التغير المناخي**
- **أسباب حدوث التغير المناخي:**
  - الإحتباس الحراري، وأسبابه
  - غازات الإحتباس الحراري (الدفيئة)
- **أبعاد ظاهرة التغير المناخي:**
  - أبعاد ظاهرة التغير المناخي على المستوى العالمي
  - أبعاد ظاهرة التغير المناخي في الدول النامية
- **تأثير التغير المناخي على منطقة شرق البحر المتوسط:**
  - أثر التغير المناخي على منطقة شرق البحر المتوسط في الوقت الحاضر
  - التوقعات المستقبلية لأثر التغير المناخي على منطقة شرق البحر المتوسط
- **تأثير وأبعاد التغير المناخي على الأردن**

**تعريف التغير المناخي:**

من أبرز تعاريف التغير المناخي :

- تعريف الهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ (IPCC) :

تغير في حالة المناخ لفترة زمنية طويلة، ويمكن معرفته من خلال الإختبارات الإحصائية، وينتج إما عن عوامل خارجية أو داخلية طبيعية أو بسبب التأثير البشري المستمر في تكوين الغلاف الجوي .

- تعريف اتفاقية الأمم المتحدة الإطارية للتغير المناخي (UNFCC) :

تغير في حالة المناخ لفترة زمنية طويلة، ولكن سبب حدوث هذه الظاهرة عائد بالدرجة الأساسية إلى النشاط البشري المباشر والغير المباشر؛ الذي يؤثر في تكوين الغلاف الجوي.

- تعريف الإتفاقية المتعلقة بالتنوع البيولوجي (CBD) :

هو تغير في حالة المناخ لفترة زمنية طويلة بسبب الغازات الموجودة في الغلاف الجوي، مثل بخار الماء، وثاني أكسيد الكربون، والأوزون، والميثان،وغيرها،و تضاف حاليا الإنبعاثات الناتجة عن أنشطة البشر إلى المستويات الطبيعية لهذه الغازات، مثل حرق أنواع الوقود الأحفوري، وأنشطة الفلاحة والتغيرات في استخدام الأراضي؛ ونتيجة لذلك، ترتفع درجة حرارة سطح الأرض والغلاف الجوي السفلى، والواقع أنه حتى الزيادات الصغيرة في درجة الحرارة تصاحبها تغييرات أخرى كثيرة، وهكذا، فإن ارتفاع مستويات غازات الدفيئة تؤدي الى تغير في المناخ.

## السبب الرئيسي لظاهرة التغير المناخي:

- **ظاهرة الإحتباس الحراري:**

تعد ظاهرة الإحتباس الحراري السبب الرئيسي لظاهرة التغير المناخي العالمي وتعرف بأنها:

الزيادة التدريجية في درجة حرارة أدنى طبقات الغلاف الجوي المحيط بالأرض (Atmosphere) كنتيجة لزيادة غازات الدفيئة، و التي يتكون معظمها من بخار الماء و ثاني أوكسيد الكربون والميثان والأوزون و أوكسيد النتروز، وغازات الدفيئة هي: غازات طبيعية تلعب دورا هاما في تدفئة سطح الأرض؛ حيث تقوم تلك الغازات بامتصاص جزء من الأشعة الحرارية التي تنبعث من سطح الأرض كإنعكاس للأشعة الساقطة على سطح الأرض من الشمس، وتحتفظ بها في الغلاف الجوي للأرض لتحافظ على بقاء درجة الحرارة في معدلها الطبيعي .

عند ازدياد نسب تراكيز الغازات الدفيئة، تعمل تلك الغازات بدورها على زيادة الإمتصاص للأشعة الحرارية المنبعثة من الأرض، وحبسها في الغلاف الجوي، مما يؤدي إلى ارتفاع في درجة حرارته، وإحداث تغير مناخي عام مع مرور الزمن على المدى البعيد.

**أسباب الإحتباس الحراري:**

1- النشاط البشري:

أوضحت الدراسات أن اختلال التوازن في نسب تراكيز غازات الدفيئة في الجو؛ نتيجة لنشاط الإنسان المتزايد؛ ففي عصر ما قبل الصناعة (عام 1750 - 1800 )، كان حجم تركيز غاز ثاني أوكسيد الكربون في الهواء حوالي 280 جزءا في المليون ، أما الآن فيقدر هذا التركيز بنحو 360 جزءا في المليون أي بنسبة 31 %% لم يسبق لهذه الزيادة مثيل خلال العشرين ألف سنة الماضية، حتى أصبحت دورة ثاني أوكسيد الكربون الطبيعية في الجو غير قادرة على استيعاب هذه الكمية، مما يؤدي إلى تراكمها في الغلاف الجوي. وتقدر كمية ثاني أكسيد الكربون التي انبعثت في الغلاف الجوى في العالم عام 1900م بحوالي 1960 مليون طن، وارتفعت إلى 5961 مليون طن في عام 1950 ثم إلى 16902 مليون طن في 1975 ووصلت إلى 22800 مليون طن في 1998(خلود،2009).

وتتمثل أبرز أوجه النشاط الإنساني في زيادة التصنيع وإستبدال العامل بالآلة، واستخدام التكنيك والإنتاج الواسع في الزراعة لتلبية إحتياجات السكان الغذائية، وإكتشاف مواد كيميائية جديدة لم تكن معروفة من قبل مصنعة من البترول (البتروكيمياويات)، وزيادة عدد السكان والمنازل) وزيادة إستهلاك الطاقة الكهربائية فيها، وتضاعف عدد وسائط النقل الشخصية والعامة التي تحتاج لتشغيلها الوقود الإحفوري، وتضاعف عدد سكان كوكب الأرض. كل هذه العومل أدت الى زيادة كمية المخلفات التي تتفسخ باعتبارها مواد عضوية مطلقة كميات هائلة من غازات ثاني أوكسيد الكربون وأوكسيد النتروز والميثان

وغازات أخرى ملوثة للهواء، وتؤدي الزيادة الحاصلة في النمو السكاني إلى ارتفاع كميات غاز ثاني أوكسيد الكربون المنطلقة للجو عن طريق التنفس، و دفعت حاجة الإنسان المتزايدة للغذاء إلى حرق الغاباتF وتحويلها إلى مراعي أو أراضي لزراعة المحاصيل، مثل الذرة والحبوب والسكر والأعلاف وغيرها و أدت عمليات التوسع في التعدين والبناء إلى إطلاق كميات هائلة من الأتربة والغبار إلى الغلاف الجوي.

2- أسباب طبيعية (البراكين وحرائق الغابات):

أدت الأدخنة المتصاعدة من حرائق الغابات، والغازات المنبعثة من فوهات البراكين النشطة وغيرها، إلى زيادة تراكيز الغازات الدفيئة المسببة لظاهرة الإحتباس الحراري، والبركان هو: عبارة عن تشقق في القشرة الأرضية يقذف كميات كبيرة من الحمم البركانية (ألماغما)، ومختلف أنواع الغازات إلى الغلاف الجوي مما يؤدي الى حدوث تلوث في الهواء والماء والتربة. وتصل الإندفاعات البركانية الى طبقة التروبوسفير الهوائية، وتؤثر بشكل مباشر على طبقة الأوزون .

جدول رقم (2): النسب المئوية للغازات في البراكين ورمزها الكيميائي

| الغاز | الرمزه الكيميائي | النسبة المؤية |
|---|---|---|
| بخار الماء | $H_2O$ | 70.75 |
| ثاني اوكسيد الكربون | $CO_2$ | 14.07 |
| الهيدروجين | $H_2$ | 0.33 |
| النيتروجين | $N_2$ | 5.45 |
| الأرغون | Ar | 0.18 |
| ثاني اوكسيد الكبريت | $SO_2$ | 6.40 |
| ثالث اوكسيد الكبريت | $SO_3$ | 0.10 |
| الكلور | $Cl_2$ | 0.05 |

**المصدر:** (موسى، 1996)

**غازات الاحتباس الحراري(الدفيئة):**

يتكون الغلاف الجوي القريب من الأرض من النيتروجين بنسبة 78% والأوكسجين بنسبة 21% وغازات أخرى مثل الأركون وبخار الماء والميثان والأوزون وغيرها بنسبة 1%، وثاني أوكسيد الكربون بنسبة 0.038%% ومن المعروف أن غازي النيتروجين والأوكسجين، لا يؤثران في ظاهرة الإحتباس الحراري؛ لأنهما لا يمتصان الأشعة الحرارية المنبعثة من الأرض والمنطلقة باتجاه الفضاء الخارجي. بينما تلعب بقية الغازات الموجودة في الهواء مثل بخار الماء وثاني أوكسيد الكربون و الميثان وغيرها دوراً كبيراً وأساسياً في هذه الظاهرة (الكوفيـ 2009).

جدول رقم (3):تركيبة الهواء الغازية والنسب المئوية حجماً3 و الوزن الجزيئي

| المكونات الغازية | الرمز | الوزن الجزيئي | الحجم (%) |
|---|---|---|---|
| نيتروجين | $N_2$ | 28.02 | 78.08 |
| أوكسجين | $O_2$ | 32.00 | 20.94 |
| ارغون | Ar | 39.88 | 0.93 |
| ثـــــاني اوكســـــيد الكربون | $CO_2$ | 44.00 | متغير جدا0.03 |
| نيون | Ne | 20.18 | 0.0018 |
| هليوم | He | 4.00 | 0.0005 |
| أوزون | $O_3$ | 48.00 | 0.00002 |
| هايدروجين | $H_2$ | 2.02 | 0.00005 |
| كريبتون | Kr | 83.80 | 0.0001 |
| زينون | Xe | 131.30 | غاز نادر |
| ميثان | $CH_4$ | 16.00 | غاز نادر |
| أوكسيد النيتروز | $N_2O$ | 72.04 | 0.00005 |
| بخار الماء | تختلف نسبته من مكان لاخر ومن وقت لاخر في نفس المكان وتقدر ضمن 0.05 – 4%. وتوجد النسبة العظمى من بخار الماء تحت ارتفاع 15 كم من الغلاف الجوي.(حسن ،2009) | | |

المصدر: (موسى، 1996)

من أهم الغازات المسببة لظاهرة الإحتباس الحراري هو غاز ثاني أكسيد الكربون $CO_2$[9] والذي ينتج من احتراق الوقود كالفحم و البترول والغاز الطبيعي، كما ينتج أيضا من تنفس الأحياء و تخمر المواد السكرية، فضلا عن عمليات إحراق القمامة؛ وعليه فهو ينتشر في الفضاء بغزارة ،وتساهم النباتات في استخدام جزءا كبيرا من ثاني أوكسيد الكربون في عملية البناء الضوئي، غير أن اجتثاث الغابات واستبدالها بغابات الإسمنت أدى إلى فقدان التوازن الطبيعي، وبالتالي زيادة نسبة ثاني أوكسيد الكربون في الهواء، وغاز الميثان $CH_4$[4] وينتج هذا الغاز من عمليات الإحتراق وتحليل البكتريا للعناصر العضوية، وخاصة في مواقع تجمع النفايات، والذي تتزايد درجة تركيزه بمعدل سنوي مقداره 1% تقريبا، ونسبة امتصاصه للأشعة تحت الحمراء حوالي 15%، وعندما ينتقل غاز الميثان إلى طبقة الستراتوسفير، فإنه يتحلل إلى كربون وهيدروجين ؛ فتتحد ذرات الكربون مع الأوكسجين ليكون $CO_2$[5] أما الهيدروجين فيتحد مع الأوكسجين ليكون بخار الماء، لذا فإن غاز الميثان يتجاوز في قابليته كغاز طبيعي المنشأ قابلية غاز ثاني أوكسيد الكربون بثلاثين مرة، لكنه لحسن الحظ أقل تركيزا في الغلاف الجوي .

ت الإشارة إلى أن هنالك غازات أخرى في الغلاف الجوي لها مثل هذه القابلية بل وأكثر من هذين الغازين، ومنها بخار الماء و أوكسيد النتروز، وتفوق القدرة النسبية لكل منها على حبس الحرارة قدرة غاز ثاني أوكسيد الكربون الذي تساوي قدرته (1)، في حين أن قدرة غاز الميثان تساوي (3) وقدرة غاز أوكسيد النتروز هي (240)، ويتضح من ذلك وجود غازات عديدة أخرى لها القدرة على الحبس الحراري، وتفوق في قدرتها غاز ثاني أوكسيد الكربون بآلاف المرات، إلا أن هذه

الغازات لا تذكر دائما كمسببات لهذه الظاهرة أو المشكلة؛ ويعود ذلك لأسباب متعدد منها: انخفاض تركيزها في الغلاف الجوي، وقلة مصادرها على سطح الأرض مقارنة بغاز ثاني أوكسيد الكربون .(آمنة،2012).

## أبعاد ظاهرة التغير المناخي :

### أولا:أبعاد ظاهرة التغير المناخي على المستوى العالمي:

**1**- يحتوي الجو حاليا في (طبقة الأتموسفير) على 390 جزءا بالمليون من غاز ثاني أوكسيد الكربون الذي يعتبر الغاز الأساسي المسبب لظاهرة الإحتباس الحراري مقارنة بنسبة الـ 275 275ا بالمليون التي كانت موجودة في الجو قبل الثورة الصناعية. ومن هنا نلاحظ أن مقدار تركيز ثاني أوكسيد الكربون في الغلاف الجوي أصبح أعلى بحوالي 30% عما كان عليه تركيزه قبل الثورة الصناعية. (حرزالله،2014).

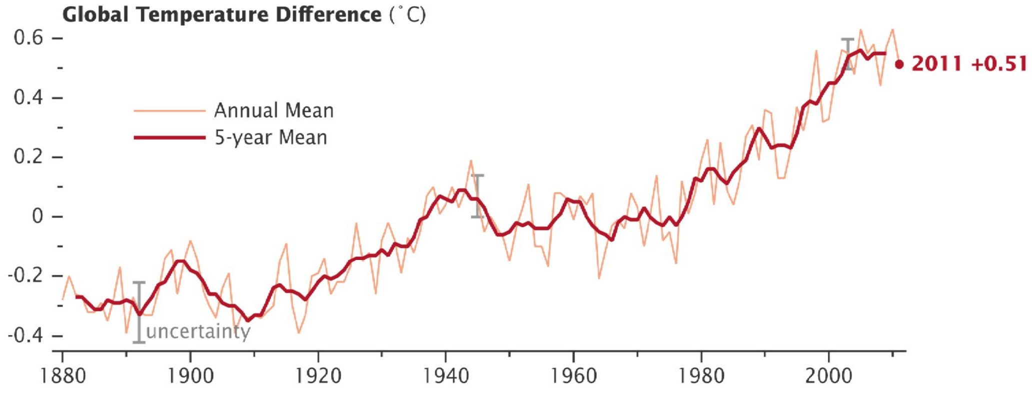
**2**- زيادة تركيز غاز الميثان إلى ضعف مقدار تركيزه قبل الثورة الصناعية.(ابراهيم،2010).

**3**- ازدياد تركيز الكلوروفلوركربون بمقدار 4% سنويا عن النسب الحالية.(حرز الله،2014).

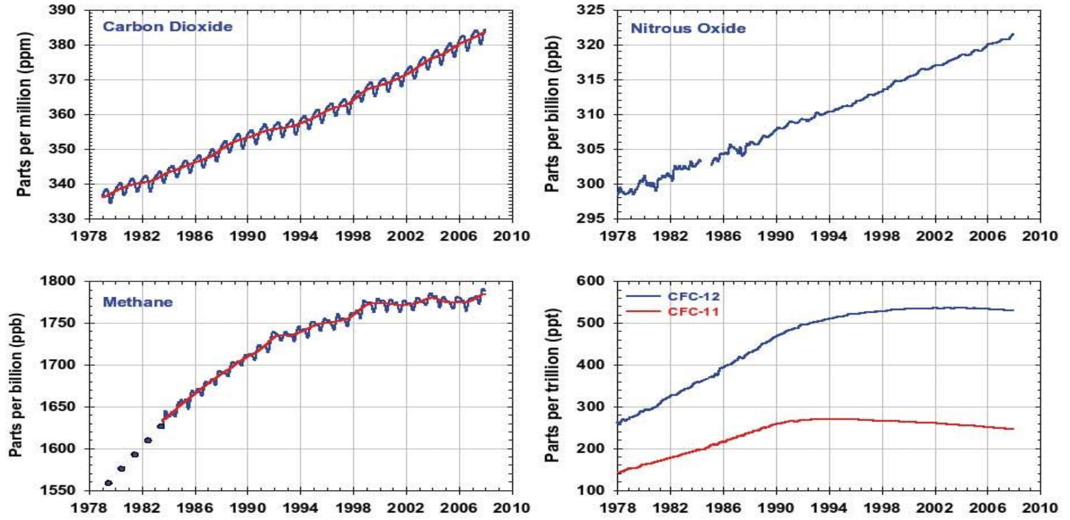
**4**- أصبح أوكسيد النيتروز أعلى بحوالي 18% من مقدار تركيزه قبل الثورة الصناعية (حسب آخر البيانات الصحفية لمنظمة الأرصاد العالمية) .

**5**- الإرتفاع في نسبة تركيز غاز ثاني أوكسيد الكربون وغيره من غازات الدفيئة ؛ كان سببا مباشرا بارتفاع درجة حرارة الأرض ، على مدى العقود الأربعة الماضية (1971-2010)- حيث زادت درجات الحرارة العالمية بمعدل يقدر بحوالي 0.17 درجة مئوية في العقد الواحد،

في حين أن الإتجاه من عام 1880 إلى عام 1970 كان لا يتعدى 0.062 درجة مئوية في العقد الواحد .(المنظمة العالمية للأرضاد الجوية WMO(2013).




شكل(1): التغير في درجات الحرارة العالمية من عام 1880–2010 . المصدر: وكالة (NASA).




شكل رقم (2):المعدلات العالمية لتراكيز غازات الدفيئة الأساسية (ثاني أوكسيد الكربون،الميثان،أوكسيد النتروز، **CFC 11، CFC 12)** من عام 1978-2010 .

المصدر :الإدارة الوطنية للمحيطات والغلاف الجوي (NOAA(2010).

6- حدث تراجع لأحجام ومساحات الجبال الجليدية والمناطق المغطاة بالثلوج في نصفي الكرة الأرضية (الشمالي والجنوبي على حد سواء)، وكما تراجعت المساحات المتجمدة من جرين لاند، والقارة المتجمدة الجنوبية بشكل ملحوظ، وقد لوحظ متوسط انكماش سنوي للأنهار الجليدية يبلغ 2.7%% يزداد في فصول الصيف إلى % 7.4 سنويا.(نوفل،2007)

7- حدث تغير ملحوظ في كميات سقوط الأمطار؛ فقد ازدادت الأمطار في الأجزاء الشرقية من الأمريكيتين، وشمال أوروبا، وشمال ووسط آسيا، وبالمقابل فقد لوحظ ظهور الجفاف في مناطق الساحل الإفريقي، والبحر المتوسط وجنوب إفريقيا، وبعض مناطق جنوب آسيا .(نوفل ،2007)

**ثانيا: أبعاد ظاهرة التغير المناخي في الدول النامية :**

من أبرز الشواهد الدالة على تأثير التغير المناخي في الدول النامية، هي :

1- تعاني الدول النامية والفقيرة من مشاكل بيئية معقدة ناتجة عن التغير الكبير الحاصل في المناخ العالمي، تتمثل هذه المشاكل البيئية في توالي مواسم الجفاف والتصحر، وتزايد عدد الأعاصير والفيضانات في الكثير من هذه الدول، حيث عانت الغابات الإستوائية في أميركا الجنوبية خلال السنوات القليلة الماضية من تكرر مواسم الجفاف، والذي أدى إلى موت الآلاف من الأشجار المعمرة.

ومن أبرز هذه الموجات موجة الجفاف التي إجتاحت غابات الأمازون في عام 2005 ميلادية، التي تسببت في موت الأشجار والأحراش وموت الأحياء المائية من أسماك وبرمائيات، نتيجة

إنخفاض مستويات المياه في الأنهار، وقد تأثر سكان منطقة الأمازون من موجة الجفاف الشديدة التي إجتاحت مناطقهم مما أدى إلى رحيلهم عن مناطق سكنهم ( Bund Klimaschutz, 2007).

3- تعتبر دول الكاريبي من أكثر الدول التي تعاني من مشكلة التغير المناخي؛ لوقوعها في طريق مرور العواصف الإستوائية التي تتجه نحو دول أميركا الشمالية، حيث تعرضت هذه الدو إلى كثير من الكوارث البيئية التي أدت إلى تدمير البنية التحتية لهذه البلدان.

وقد أدى عدم إنتظام سقوط الأمطار، والمتمثلة في زيادة شدتها أو ندرتها إلى حدوث فيضانات، وحالات من الجفاف المتلاحقة التي أثرت سلباً على المستوى المعيشي للمواطنين وزيادة التمييز الطبقي بين السكان (German atch, 2009).

4- تعاني قارة إفريقيا من أخطار الكوارث التي يسببها التغير المناخي، وتتعرض للجفاف والفيضانات. ففي جمهورية بنين قد تراجع معدل زراعة محصول القطن- الذي يعتبر من أهم صادراتها- نتيجة ندرة الأمطار أو عدم إنتظام نزولها، الأمر الذي أدى إلى خسائر في المواسم الزراعية، وإلى زيادة نسبة الفقر بين السكان، وزيادة الصراعات بين السكان على مصادر المياه والأراضي الزراعية، وتسببت في هجرة الكثير منهم من الريف إلى المدن.( klima und gerichtigkeit 2008).

وكذلك الحال في جمهورية النيجر التي تعرضت الى نقص كبير في مصادر المياه خلال العقود الثلاثة الماضية؛ مما أدى إلى تهديد حياة ومستقبل أربعة ملايين مواطن. أما في بوركينا فاسو، فقد كان الأمر مختلفاً جداً؛ حيث أدى نزول الأمطار الشديدة إلى فيضانات أدت إلى موت المزروعات ونفوق المواشي، وتفشي الأمراض الوبائية مثل الملاريا بين السكان ( klima und gerichtigkeit 2008).

5- أدت الأمطار الغزيرة التي ضربت موزمبيق مع بداية عام 2007 إلى وقوع فيضانات كبيرة تضرر منها حوالي 285 ألف شخص من جراء الدمار الذي أصاب البنية التحتية، وإتلاف آلاف من الهكتارات من المحاصيل الزراعية. وقد دمرت الأعاصير الشديدة والعواصف الإستوائية التي ضربت جزيرة مدغشقر المحاصيل الزراعية لأكثر من 200 ألف مزارع وكانت نسبة تلف المحاصيل الزراعية في بعض المناطق 80 % (FAO, 2008 ).

6- تعرضت الهند إلى مجموعة من الفيضانات كان آخرها الإعصار أوريسا والفيضانات التي رافقته، والتي أدت إلى وفاة أكثر من 2300 شخص غالبيتهم من الفقراء، وقد تسبب الإعصار أيضاً في دمار كبير بالبنية التحتية في 16 ولاية من مجموع 29 ولاية هندية، وأدى الإعصار إلى تضرر أكثر من 21 مليون مواطن (Spiegel, 2007).

7- تعرضت بنغلاديش خلال القرون الأربعة الماضية لحالات متكررة من الكوارث البيئية والمتمثلة بالأعاصير والفيضانات، كان أشدها الفيضانات التي تعرضت لها عامي 1970 و2007 وتسبب الإعصار الأخير والفيضانات التي رافقته إلى تضرر حوالي 6.7 مليون شخص وموت 3 آلاف مواطن، وقد أدت الفيضانات في نفوق أكثر من 350 الف رأس من الماشية، وتضرر حوالي 551 ألف هكتار من الأراضي المزروعة وموت حوالي 92 ألف هكتار من المزارع.(FAO(2007).

تتعرض بنغلاديش بشكل مستمر إلى الكوارث الطبيعية، والتي يكون تاثيرها عادةً مدمراً بسبب إنخفاض أراضيها ووقوعها في خليج البنغال الذي كثيراً ما تمر به العواصف الإستوائية.

## تأثير التغير المناخي على منطقة شرق البحر المتوسط:

تحتوي منطقة شرق البحر المتوسط على أكثر من 400 مليون شخص في مساحة قطرها 2000 كم، وعانت تلك المنطقة بعد الثورة الصناعية من نمو سكاني سريع وتحويل مساحات شاسعة من الأراضي الى مناطق صناعية، وتعد منطقة شرق البحر المتوسط من أكثر المناطق تأثرا بظاهرة التغير المناخي العالمي، ومن المتوقع لمناخ هذه المنطقة بأنها ستصبح أكثر جفافا وستحظى بمعدل حرارة أعلى عما هو عليه الآن.(Cyprus Institute 2010).

**أثر التغير المناخي على منطقة شرق البحر المتوسط في الوقت الحاضر:**

تعاني المنطقة في الوقت الحالي جراء ظاهرة التغير المناخي من ظروف مناخية قاسية الى حد ما ومثيرة للقلق؛ فهي تشهد تغيرات واضحة وسريعة في معدل درجات الحرارة ومعدلات الهطول، وتعاني المناطق الشمالية من شرق البحر المتوسط من صيف أكثر حرارة وأكثر جفافا عما كان عليه بالسابق، وفصل شتاء بارد ورطب الى حد ما .

أما المناطق الجنوبية والشرقية من حوض البحر المتوسط فهي تعاني من صيف حار جدا وموجات جفاف، وهي تتفاوت من منطقة الى أخرى ومن وقت الى آخر لتصبح أقرب الى المناخ الصحراوي، مع انخفاض عام في معدلات الهطول في فصل الشتاء، ويتوقع الباحثون تغيرات مناخية جذرية لتلك المناطق مع مرور الزمن مقارنة بباقي دول العالم الأخرى.

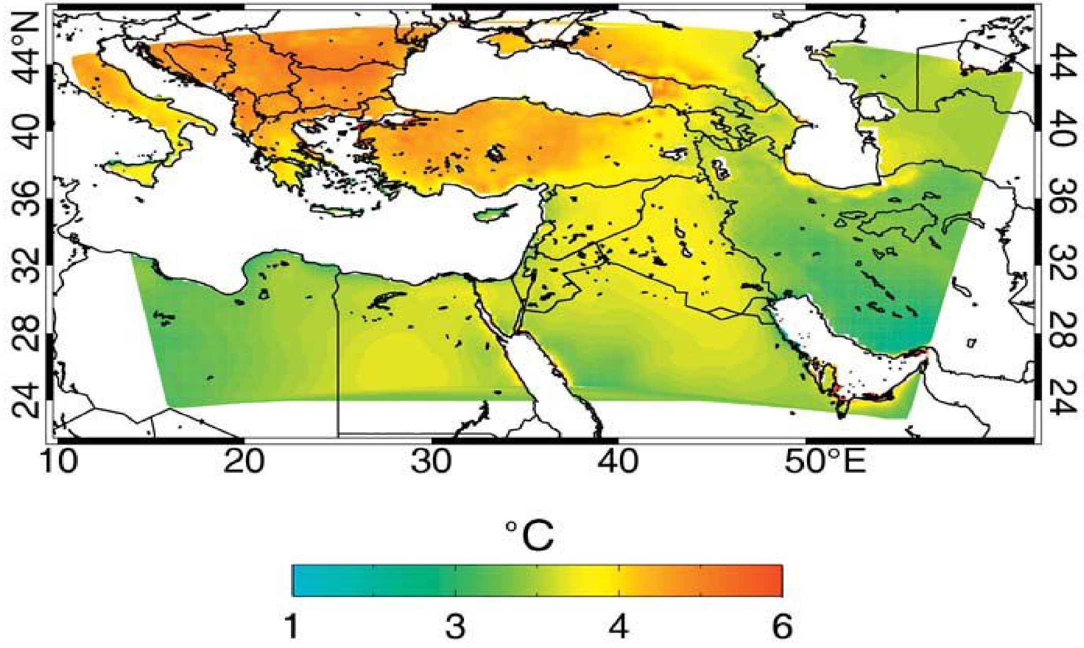
**التوقعات المستقبلية لأثر التغير المناخي على منطقة شرق البحر المتوسط:**

من أبرز التوقعات المستقبلية للآثار المترتبة على ظاهرة التغير المناخي في منطقة شرق المتوسط ، هي:

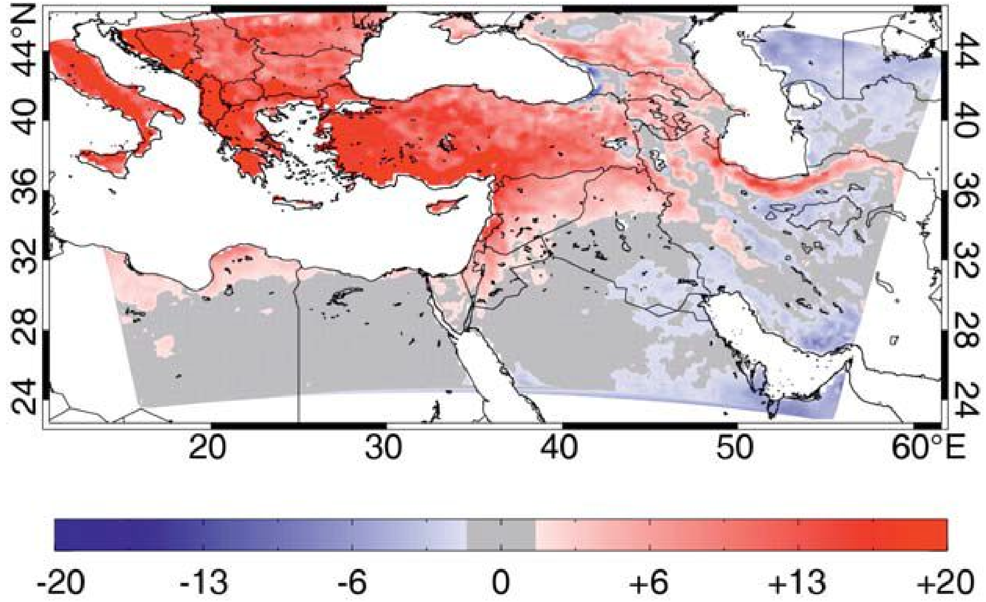
1- ارتفاع في درجات الحرارة:

يتوقع البحاثون بأن ترتفع درجة الحرارة في تلك المنطقة بنهاية القرن الحالي حوالي 2-4 درجة مئوية في فصل الشتاء، و 2-6 درجة مئوية في فصل الصيف، وسيكون الإرتفاع في درجة الحرارة بشكل تدريجي؛ ففي العقود الثلاثة الأولى سترتفع درجة الحرارة بمعدل 1-3 درجة مئوية، وفي منتصف القرن الواحد

والعشرين سترتفع بمقدار 3-5 درجة مئوية لتصل في نهاية القرن الى 3.5-7 درجة مئوية.( Cyprus Institute 2010).




خريطة رقم (2): تزايد درجات الحرارة /يوم في منتصف القرن الحالي.المصدر: المركز الوطني للبحوث الجوية(NCAR)




خريطة رقم (3): تزايد درجات الحرارة /سنة في منتصف القرن.المصدر: المركز الوطني للبحوث الجوية(NCAR)

2- انخفاض معدلات الهطول :

من المتوقع أن تنخفض نسبة الهطول بمعدل 20-30 % في جميع أنحاء المنطقة في نهاية القرن الحادي والعشرين، وستتعرض منطقة شرق البحر الأبيض المتوسط الى موجات جفاف، وستشهد المناطق الشرقية من سواحل حوض البحر المتوسط في فصل الشتاء انخفاضا في معدلات الهطول بمقدار 30-50% أما في فصل الصيف فالمنطقة ستكون أكثر حرارة وجفافا، وكذلك في المناطق التي ستزيد فيها نسبة الهطول في الشتاء ستتعرض لصيف أكثر جفافا وحرارة.(Cyprus Institute 0 2010).

3- زيادة في عدد الأيام والليالي الحارة:

من المتوقع أن تشهد المنطقة خلال القرن الحادي والعشرين زيادة كبيرة وملحوظة في عدد الأيام الحارة التي تزيد درجة حرارتها عن 25 درجة مئوية، وتعتبر منطقة بلاد الشام والمناطق الشمالية للسواحل الإفريقية أكثر المناطق عرضة لمثل هذه الموجات الحارة، وستزداد تدريجيا كلما اتجهنا من المناطق الجنوبية إلى المناطق الشمالية، وستصل عدد الأيام التي يزيد معدل حرارتها ليلا ونهارا عن 25 درجة مئوية الى أكثر من شهرين بالسنة الواحدة. .(Cyprus Institute 2010).

4- أثر التغير المناخي على المياه العذبة:

تعتبر منطقة الشرق الأوسط من المناطق التي تعاني من قلة توفر المياه العذبة، ويتوقع في نهاية القرن الحادي والعشرين من انخفاض منسوب الأنهار بنسبة تتراوح بين 10-30%؛ وذلك نظرا لانخفاض معدلات الهطول، وبالتالي سوف تعاني الدول في المنطقة من تبعات عدم توفر المياه باللجوء الى تحلية المياه أو شراءها. .(Cyprus Institute 2010).

## أبعاد ظاهرة التغير المناخي على الأردن:

يساهم الأردن بقدر ضئيل من الغازات المسببة لظاهرة تغير المناخ العالمي؛ حيث يصل مستوى الإنبعاثات سنويا إلى 20 مليون طن من ثاني أوكسيد الكربون وسبب انبعاثات الكربون الأساسي هو قطاع الطاقة والذي يساهم بحوالي 74% ويليه قطاع النفايات بنسبة 13% ومن ثم الصناعة بنسبة

لا تتجاوز 9.%9 وبالرغم من أن الأردن يعتبر قليل المساهمة في ظاهرة التغير المناخي على المستوى العالمي فإنه من الدول الأكثر تضررا من هذه الظاهرة.( 2009).

ولقد أدى التغير المناخي الى تزايد في معدل درجات الحرارة في الأردن خلال الخمسين سنة الماضية ،كما هو مبين في الجدول التالي :

جدول رقم 4: الزيادة في معدل درجات الحرارة خلال الخمسة عقود الماضية. المصدر: ( بلاونة،2008)

| الزيادة في معدل درجات الحرارة خلال الخمسة عقود الماضية | | | | |
|---|---|---|---|---|
| نوع النمط | مقدار الزيادة | المناطق | | |
| **الزيادة** | 0.8 – 2 درجة مئوية | غور الصافي الجامعة الاردنية الصفاوي مطارالملكة علياء | الشوبك مادبا الجفر | وادي الضليل الرويشد المفرق |
| **الزيادة** | 0.7 درجة مئوية | ديرعلا | | |
| **الزيادة** | 0.3–0.6 درجة مئوية | الباقورة اربد | راس منيف | معان |

وكذلك أدى التغير المناخي إلى انخفاض كمية الأمطار الهاطلة بنسبة 10% والتي ستنعكس أيضا على انخفاض كمية المياه السطحية بحوالي 25% أما انعكاسها على المياه الجوفية فلا يقل عن 28–30%.(دائرة الأرصاد الجوية،2012)

وأشارت نتائج الدراسات حول أثر التغير المناخي على التنوع الحيوي في الأردن خلال القرن الماضي إلى حدوث انخفاض عام في نسبة الغطاء النباتي في أرجاء الأردن كافة. (المجالي **2009)**

وتشير التوقعات المستقبلية باستخدام نماذج المناخ الاقليمي، الى تغييرات في هطول الأمطار اليومية والشهرية في فلسطين والأردن، بحيث ستتأثر بجفاف كبير خاصة في ذروة الموسم المطري، نتيجة انخفاض في قوة مسارات المنخفضات الجوية للبحر المتوسط.(Black,Emily,2008).

# الفصل الثالث

# (العواصف الثلجية في الأردن)

- **العوامل المؤثرة على** مناخ **الأردن:**
  - العوامل الجغرافية
  - العوامل السينوبتيكية المؤثرة على مناخ الأردن في فصل الشتاء
- **العواصف الثلجية في الاردن :**
- مصدر المنخفضات الجوية المؤدية لحدوث العواصف الثلجية
- أسباب تشكل المنخفضات الجوية
- العوامل السينوبتيكية المرافقة للعواصف الثلجية
- تكرار حدوث العواصف الثلجية
- طول العواصف الثلجية

## العوامل المؤثرة على مناخ الأردن:

تصنف العوامل المؤثرة على مناخ الأردن إلى عوامل جغرافية ثابتة أهمها :الموقع والتضاريس: وأخرى سينوبتيكية مرتبطة ارتباطا مباشرا بخصائص دورة الغلاف الجوي العامة في المنطقة.

**أولا: العوامل الجغرافية :**

1- الموقع:

يقع الأردن بين خطي عرض 11 َ 29 ْ – 22 َ 33 ْ شمال خط الاستواء و59 َ 34 ْ – 59 َ 39 ْ شرق غرينتش وبهذا يقع الأردن على الطرف الشمالي للإقليم الصحراوي والطرف الجنوبي لإقليم البحر المتوسط.(مرجع إلكتروني ،المركز الجغرافي الملكي،2012)

يؤثر الموقع الفلكي للأردن على مناخه بجعله جزءا من المناطق المدارية في فصل الصيف) وجزءا من المناطق المعتدلة في فصل الشتاء؛ حيث يتأثر الأردن بالتوزيع الجغرافي للضغط الجوي الذي يختلف من فصل الى آخر. فإن النطاقات العامة للضغط الجوي تتزحزح باتجاه الشمال في فصل الصيف والى الجنوب في فصل الشتاء، مما يجعل الأردن ضمن نطاق الضغط المداري المرتفع في فصل الصيف، الذي يؤدي الى جفاف المناخ وهدوء الرياح وقلة الغيوم، وارتفاع درجة الحرارة وضمن نطاق الأقاليم المعتدلة في فصل الشتاء؛ حيث يتزحزح نطاق الضغط الجوي المرتفع نحو الجنوب فتصبح الأردن ضمن نطاق الرياح الغربية القادمة من حوض البحر المتوسط المسؤول عن حدوث المنخفضات الجوية، والتي تتحرك باتجاه الشرق والشمال الشرقي.

كما أن موقع الأردن الى الجنوب من المسارات الرئيسية للمنخفضات الجوية في حوض البحر المتوسط، له أثر كبير على تناقص الأمطار من الشمال الى الجنوب،وعلى قلة المنخفضات الجوية في المناطق الجنوبية من الأردن مقارنة مع المناطق الوسطى والشمالية.

2- التباين الطبوغرافي:

تعتبر الطبوغرافيا من أكثر العوامل الجغرافية تأثيرا على عناصر المناخ الرئيسية ، فعلى الرغم من صغر مساحة الأردن إلا أن تنوع مظاهر السطحF كان له تأثير كبير على عناصر المناخ . فتتميز المعالم الرئيسية لسطح أرض المملكة الأردنية الهاشمية بامتدادها الطولي من الشمال إلى الجنوب ؛ فتمتد منطقة الأغوار الأردنية في الجزء الغربي من الشمال الى الجنوب، يليها شرقا امتداد السلسلة الجبلية بنفس اتجاه الإمتداد ثم شرقها البادية الأردنية .

تمتد معالم السطح الرئيسية في الأردن من الشمال الى الجنوب باتجاه متعامد مع التأثيرات البحرية القادمة من حوض البحر المتوسط من الغرب الى الشرق ،وتعترض سفوح السلاسل الجبلية شرق منطقة الأغوار الأردنية الجبهات الهوائية الباردة القادمة من حوض البحر المتوسط ،التي تحول بين المنخفضات الجوية وتوغلها باتجاه الشرق.

يؤثر عامل الارتفاع عن سطح البحر ،على معدلات درجة الحرارة والهطول في فصل الشتاء ؛فكلما زاد الارتفاع كلما قلت درجة الحرارة وازداد معدل الهطول .ولا يوجد في الأردن مرتفعات جبلية شاهقة ،فالارتفاعات التي تزيد عن 1500 متر تتمثل في جبال الشراه ،أما معظم أراضي الأردن تترواح بين ارتفاع 500-1000 متر.وتقع منطقة الغور الأردني بمجموعها دون مستوى سطح البحر ،وهذا الإنخفاض له أثر كبير على رفع درجات الحرارة سواء في الصيف أو الشتاء .

**ثانيا: العوامل السينوبتيكية المؤثرة على مناخ الأردن في فصل الشتاء:**

**أ- التوزيع الجغرافي للضغط الجوي:**

يتأثر الأردن بثلاث مراكز رئيسية للضغط الجوي:

1- المرتفع السيبيري:

هو كتلة ضخمة من الهواء البارد: والبارد جدا والتي تتجمع فوق منطقة سيبيريا- شمال شرق أوراسيا- ؛ لذلك يسود ضغط 000 مرتفع في المناطق التي يؤثر عليها والسمة الرئيسية له: هي البرودة الشديدة والجفاف؛ نتيجة التبريد السطحي الشديد فوق المناطق القارية - البعيدة عن أية مؤثرات بحرية- ويضعف تأثير الإشعاع الشمسي فيها؛ فموقع تلك المناطق في أقصى شمال الكرة الأرضية.

يصل تأثير المرتفع السيبيري للأردن ابتداء من شهر تشرين الثاني وخصوصا في النصف الأخير منه وينتج عنه حاجز يمنع حركة المنخفضات الجوية القادمة من حوض البحر المتوسط باتجاه الشرق ، ويحرفها إما باتجاه الشمال الشرقي أو يبقيها في وسط البحر المتوسط ؛ حيث يسود الهدوء وتكون السماء صافية . و تسود رياح شرقية و شمالية شرقية جافة شديدة البرودة. مما يؤدي في كثير من الأحيان الى حدوث الإنجماد، وتكون الصقيع في أثناء الليل وخاصة فوق المرتفعات الجبلية.

2- المرتفع الآزوري:

هو ضغط جوي مرتفع شبه مداري يقع مركزه بالقرب من جزر الأزور في المحيط الاطلسي، ويمتد على نطاق واسع فوق شمال إفريقيا في فصل الشتاء، وعندما تتعرض الأردن لهذا المرتفع تكون السماء صافية والرياح هادئة .

تدور الرياح القطبية الباردة حول المرتفع الأزوري، عندما يتحرك نحو الشرق ليتمركز فوق الحوض الغربي للبحر المتوسط وإذا رافقه وجود حوض بارد في طبقات الجو العليا يصبح ملائما لتكون منخفضات جوية وتعمقها في المنطقة.

أما عندما ينحسر المرتفع الآزوري فوق شمال إفريقيا. فإن مركز الضغط سينتقل من حوض البحر المتوسط إلى الحوض الغربي منه مما يؤدي إلى توجه المنخفضات الجوية نحو المناطق الشمالية والشرقية من أوروبا .

3- منخفض البحر المتوسط:

يتكون فوق البحر المتوسط مركز ضغط جوي منخفض في فصل الشتا  يفصل بين مركزي ضغط جوي مرتفع هما:

1- المرتفع الآزوري:يمتد فوق شمال إفريقيا.

2- المرتفع الأوروبي:يمتد فوق جبال الألب وهضبتي أرمينيا والأناضول .

يؤدي التوزيع في مراكز الضغط الجوي في حوض المتوسط الى تكوين بيئة ملائمة لنشأة المنخفضات الجوية وتطورها . ومما يهيئ الظروف المناسبة لتكون المنخفضات الجوية فوق المتوسط في فصل الشتاء : وجود جبهة ثانوية قوية تابعة للجبهة القطبية الرئيسية وتعرف بالجبهة المتوسطية أو جبهة المتوسط (Mediterranean )) والتي تمتد من الجنوب الغربي الى الشمال الشرقي من البحر المتوسط.

**ب- الكتل الهوائية والمنخفضات الجوية**(2):

يؤدي وصول المتخفضات الجوية القادمة من حوض البحر المتوسط للحوض الشرقي منه، الى تأثر الأردن بكتل هوائية مختلفة، تتمثل في:

1- كتل قطبية باردة(Cp))(Mp):

تنشأ فوق المنطقة التي تنحصر بين خطي عرض 40-60 درجة شمالا، وتكون شديدة البرودة، وقد يكون مصدرها قاري(Cp ) قادمة من شمال روسيا ، وهذا يجعلها جافة شديدة البرودة ، تؤدي الى حدوث موجات برد شديد، أو قد يكون مصدرها بحري (Mp) وتنشأ فوق شمال المحيط الأطلسي وتكون شديدة البرودة وعالية الرطوبة في فصل الشتاء مما يسبب الهطول بأنواعه.

2- الكتل المدارية القارية الجافة(Ct):

تنشأ فوق الصحراء الكبرى في إفريقيا وتتحرك شرقا نحو منطقة شرقي البحر المتوسط و تكون دافئة محملة بالأتربة في فصل الشتاء وتؤدي الى حدوث ما يسمى بالمنخفضات الخماسينية .

**ج- الطبقات الجوية العليا:**

تؤثر الحالة السائدة في طبقات الجو العليا تأثيرا كبيرا على حالة الطقس: فعلى سبيل المثال: عندما يتوفر حوض علوي بارد فإن الهواء يستمر بالتدفق نحو المنطقة، ويؤدي إلى تعمق المنخفض الجوي ،أما في حال وجود نتوء علوي فإن هبوط الهواء في ذلك النتوء يحد من قوة المنخفض أو يلغيه.

---

(2):عندما يبقى الهواء فوق مساحة معينة من الأرض أو البحر لفترة كافية فإنه يكتسب الصفات الطبيعية والخواص لهذه المنطقة2 ويطلق على الهواء المذكور الذي أصبح متجانس في خواصه عند كل ارتفاع ا سم: كتلة هوائية متجانسة في خواصها الجديدة المكتسبة ويطلق على هذه المنطقة اسم مصدر الكتلة الهوائية.

**د- التيار النفاث:**

يتشكل التيار النفاث في أعلى طبقة التروبوسفير فوق حدود الكتل المختلفة الخصائص، وكلما زادت فروقات درجات الحرارة بين هذه الكتل الهوائية، كلما زادت فوارق قيم الضغط الأمر الذي يفضي الى زيادة سرعة الرياح في التيار النفاث العلوي . ويعتبر التيار النفاث كنهر جاري من الرياح شديدة السرعة ، تصل السرعات في هذه الرياح الى 100 ميل صيفا وتزداد شتاءا لتصل الى 200 ميل؛ بسبب زيادة التبريد العلوي □F□ □ فوارق كبيرة لدرجات الحرارة بين الكتل القطبية الباردة وتلك المدارية الدافئة والرطبة.

تنتقل الرياح على السطح غالبا من مناطق الضغط المرتفع –بفعل التبريد— الى مناطق الضغط المنخفض – بفعل التسخين— وهو ما يسمى: بفوارق الحرارة الأفقية التي تفضي إلى هذه الحركة المستمرة للرياح على سطح الارض نتيجة فوارق قيم الضغط ؛ بسبب الإختلاف بين كثافة ووزن الهواء البارد منه الى الدافئ ويحدث هذا الأمر تماما في الإرتفاعات العلوية الرأسية ، اذ نلاحظ انتقال هذا النهر من الرياح من المناطق الباردة (الكتل الهوائية الباردة) إلى مناطق الكتل المدارية الدافئة؛ بسبب فوارق الحرارة الأفقية في تلك الإرتفاعات نتيجة فوارق قيم الضغط .

إن موقع وشدة المجاري النفاقة القطبية أو المجاري النفاثة الشبه مدارية ، لها أثر على تعمق المنخفضات ومسارها وفعالية الجبهات الباردة، وشدة الهطول الثلجي (الجهني،1994). حيث أن الاضطرابات الجوية والسطحية ترتبط مع المجاري القطبية النفاثة إرتباطا وثيقا؛ فموقع الجبهة القطبية التي تتكون على طولها الجبهات والمنخفضات الجوية والتي تحدث في المناطق المعتدلة والباردة، ترتبط ارتباطا وثيقا بموقع واتجاه المجاري القطبية النفاثة (شحادة،1992).

## العواصف الثلجية في الأردن:

### أماكن تمركز المنخفضات الجوية :

تمركزت المنخفضات الجوية التي أدت لتساقط الثلوج في الأردن في الفترة الممتدة من عام 1970 إلى عام 2010 ، في خمسة أماكن هي:

1- فوق جزيرة قبرص

2- فوق تركيا

3- وسط أوروبا

4- وسط البحر المتوسط(خليج سرت)

5- فوق سوريا

الجدول رقم (3) يمثل عدد العواصف الثلجية في أماكن تمركز المنخفضات الجوية الخمسة للفترة الممتدة بين عامي (1970-2010)) كالتالي:

جدول رقم (5): تكرارات حدوث العواصف الثلجية في أماكن تمركز المنخفضات الجوية في الأردن.

| أماكن تمركز المنخفضات الجوية | عدد تكرارات العواصف الثلجية | النسبة المئوية % |
|---|---|---|
| جزيرة قبرص | 36 | 36.3 |
| تركيا | 19 | 19.1 |
| وسط أوروبا | 23 | 23.2 |
| فوق وسط البحر المتوسط(خليج سرت) | 14 | 14.1 |
| سوريا | 7 | 7 |

المصدر :الباحثة

يتبين من الجدول السابق  أن معظم أماكن تمركز المنخفضات الجوية المؤدية لحدوث عواصف ثلجية كانت فوق جزيرة قبرص بنسبة 36.3 %، ثم فوق أوروبا بنسبة 23.2% ثم تركيا  ثم فوق شرق ووسط البحر المتوسط بنسبة 14.1  وأخيرا فوق سوريا بنسبة 7%.

تتحرك المنخفضات الجوية بعد تمركزها في جزيرة قبرص إلى شرق أوروبا عن طريق تركيا أو الى وسط أوروبا إما باتجاه تركيا7 أو باتجاه وسط وشرق البحر المتوسط، وتتحرك من تركيا إلى شمال وشرق البحر المتوسط .

**أسباب تشكل المنخفضات الجوية:**

يتحكم في تشكل المنخفضات الجوية عدة عوامل: وهي:

1- أماكن امتداد مراكز الضغط الجوي المرتفع المتمثل في المرتفع الأزوري والمرتفع السيبيري،حيث اتجاه الإمتداد لهذه المرتفعات  يتحكم في اتجاه حركة الكتل الهوائية  ويمكن القول أن الإتجاه لمحور الإمتداد للمرتفعين اللذان يمثلان الوضع السينوبتيكي الملائم لتساقط الثلوج في الأردن، هو امتداد نحو غرب أوروبا بحاجز صد شمالي شرقي في المرتفع السيبيري  وامتداد باتجاه غرب ووسط اوروبا بحاجز صد شمالي جنوبي في المرتفع الأزوري.

2- حركة الكتل الهوائية:

تتشكل المنخفضات الجوية عندما يكون مصدر الكتل الهوائية هو : قاري قطبي بارد من شمال وغرب أوروبا ، و كتل شمالية قطبية جافة.

3- طبقات الجو العليا:

تتشكل المنخفضات الجوية عند وجود حوض علوي بارد ذو ضغط جوي منخفض، في أماكن تكون المنخفضات الجوية.

4- التيارات النفاثة:

تساعد التيارات النفاثة على تقوية المنخفضات الجوية، وتعمقها، وزيادة فاعلية الجبهات الباردة وشدة الهطول الثلجي.

**العوامل السينوبتيكية التي تؤدي الى حدوث عواصف ثلجية في الأردن:**

تتساقط الثلوج في الأردن عندما يتعرض شرق البحر المتوسط لجبهات هوائية باردة من أصل قطبي تؤدي إلى تدفق هواء بارد جدا (قطبي)(polar air) ، من غرب روسيا أو من شمال وغرب أروربا، وتؤدي إلى انخفاض في درجة الحرارة، وتتساقط الثلوج على المناطق الجبلية التي يزيد ارتفاعها عن 500 م فوق مستوى سطح البحر .

يرتبط تساقط الثلوج في الأردن، بتدفق الهواء القطبي البارد. إلا أنه لا يكفي وحده لتساقط الثلوج ؛ فأحيانا يؤدي إلى تساقط الأمطار أو حدوث عواصف بردية دون حدوث عواصف ثلجية؛ لذلك تختلف العوامل السينوبتيكية التي تؤدي الى تساقط الثلوج عن العوامل التي تؤدي الى حدوث أشكال الهطول الأخرى .

تنقسم العوامل السينوبتيكية المؤدية لحدوث عواصف ثلجية الى نمطين رئيسيين ،هما:

1- النمط الأول:

يحدث عندما يسيطر مرتفع جوي: يمثل امتداد للمرتفع الآزوري فوق وسط وغرب أوروبا، ويصاحبه تمركز ضغط جوي منخفض في الجزء الشمالي الشرقي لحوض البحر المتوسط ؛ حيث أن امتداد المرتفع الآزوري نحو غرب ووسط أوروبا يؤدي إلى تدفق رياح جنوبية غربية تجلب لغرب أوروبا هواء دافئ نسبيا، مشكلا حاجز صد يمتد بشكل موازي لخطوط الطول، وإلى الشرق من هذا الحاجز تتدفق رياح قطبية من الشما لى الجنوب موازية لخطوط الطول، بالتالي يتكون هواء بارد فوق شرق المتوسط على

السطح ، مما يؤدي إلى تعمق المنخفض وزيادة حالة عدم الاستقرار وتكاثف الغيوم ، مما يسبب حدوث عاصفة ثلجية؛ لأن المنخفض السطحي يقع في مقدمة الحوض العلوي البارد. وحسب ثبات هذه الوضعية واستمرارها تطول عدد أيام العاصفة الثلجية أو تنقطع.

وللمجاري النفاثة شبه المدارية أثر في تعمق المنخفضات الجوية؛ لأنها تعمل على رفع عمودي للكتل الهوائية الباردة.




خريطة رقم (4): خريطة سطحية تبين أثر امتداد المرتفع الآزوري في عام 1992 .(الأرصاد الجوية)

### 2- النمط الثاني:

يحدث عندما يسيطر مرتفع جوي قوي يمثل امتدادا للمرتفع السيبيري فوق شرق أوروبا ،إضافة لوجود منخفض جوي عميق في شرق المتوسط أو في تركيا، ويتخذ محور هذا الإمتداد اتجاها شمالي شرقي- جنوبي غربي (الجهني،1994).

وفي الإتجاه الجنوبي لهذا الحاجز يوجد حوض علوي بارد في شرق المتوسط ؛ مما يؤدي لتدفق كتل هوائية قطبية قارية مصدرها شمال أوروبا، وتتميز هذه الكتل بانخفاض درجة الحرارة والرطوبة ؛لأنها قارية المصدر، وعند مرورها بحوض البحر المتوسط الرطب تتشبع هذا الكتل من بخار الماء وترتفع درجة حرارتها في الطبقات الملامسة للماء، وانخفاض درجة الحرارة في طبقات الجو العليا؛ مما ينتج عنه اختلاف في مستويات الضغط الجوي التي تؤدي إلى تشكل المنخفضات الجوية القوية المسببة لتساقط الثلوج.




خريطة رقم (5): خريطة سطحية تبين أثر امتداد المرتفع السيبيري في عام 1984 .(الأرصاد الجوية)

**تكرار حدوث العواصف الثلجية وطولها:**

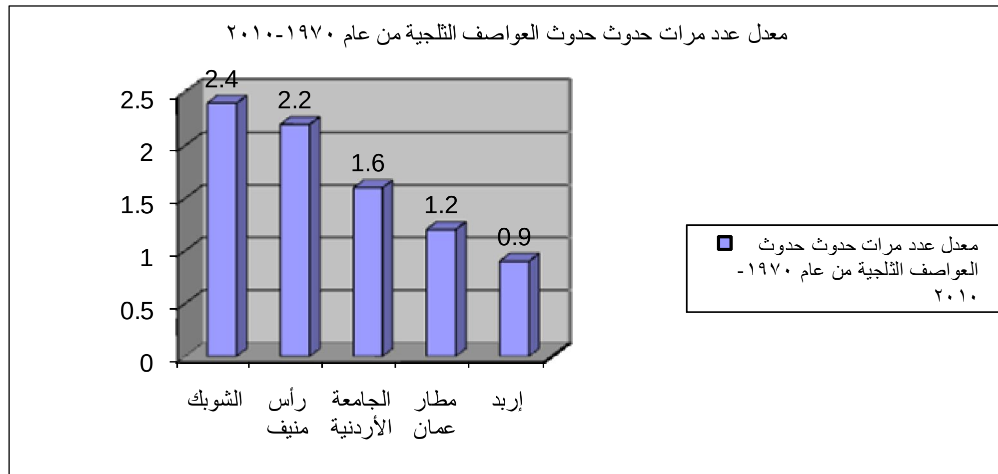
تتساقط الثلوج في الأردن عادة على المرتفعات الجبلية التي يزيد ارتفاعها عن 500 متر فوق مستوى سطح البحر ومن أبرز المحطات المناخية التي تتعرض لعواصف ثلجية في فصل الشتاء في الأردن هي : الشوبك ورأس منيف والجامعة الأردنية ومطار عمان، وإربد جميعها يزيد ارتفاعها عن 500 متر فوق مستوى سطح البحر.

تختلف معدلات حدوث العواصف الثلجية من منطقة إلى أخرى؛ تبعا لإختلاف ارتفاع المحطات عن مستوى سطح البحر فكما هو مبين في الجدول رقم 6 : تتعرض محطة الشوبك لعدد أكثر من الجبهات الهوائية الباردة المصحوبة بتساقط ثلجي ويليها محطة رأس منيف ثم الجامعة الأردنية ثم مطار عمان وأخيرا إربد الأقل ارتفاعا.

جدول رقم (6): عدد مرات حدوث العواصف الثلجية للمحطات المناخية من عام 1970–2010.

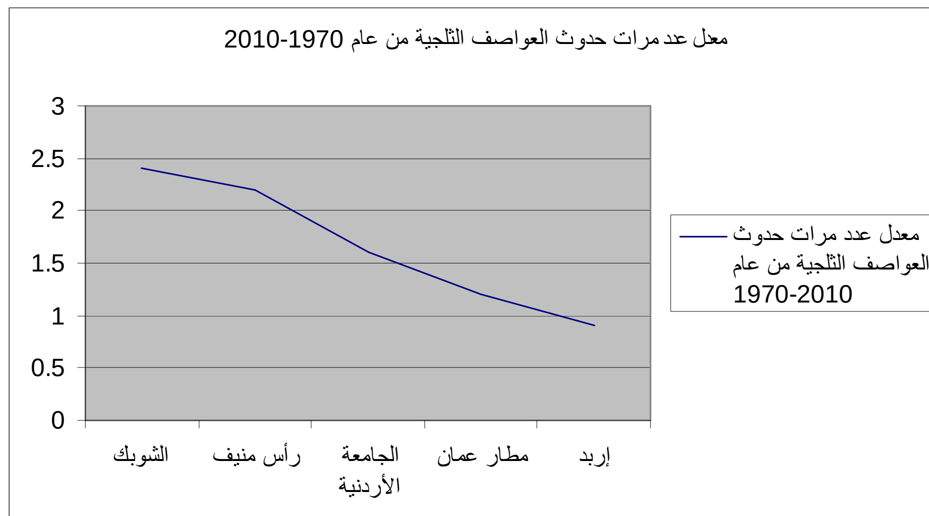
| المحطة | الإرتفاع | عدد مرات حدوث العواصف الثلجية للفترة (1970–2010) |
|---|---|---|
| الشوبك | 1365 | 99 |
| رأس منيف | 1150 | 91 |
| الجامعة الأردنية | 980 | 68 |
| مطار عمان | 776 | 53 |
| إربد | 616 | 38 |

المصدر :الباحثة




شكل رقم (3): رسم بياني يمثل معدل عدد مرات حدوث العواصف الثلجية للمحطات المناخية من عام 1970−2010. المصدر :الباحثة

يتضح من الشكل رقم 4 وجود علاقة طردية بين الإرتفاع وعدد مرات حدوث العواصف الثلجية ؛حيث كلما زاد الإرتفاع زاد عدد العواصف الثلجية4 والعكس صحيح.




شكل رقم(4): منحى يمثل علاقة ارتفاع المحطات المناخية مع معدل عدد مرات حدوث العواصف الثلجية للفتره (1970−2010).المصدر :الباحثة

**التوزيع السنوي لعدد مرات حدوث العواصف الثلجية في المحطات المناخية السابقة الذكر:**

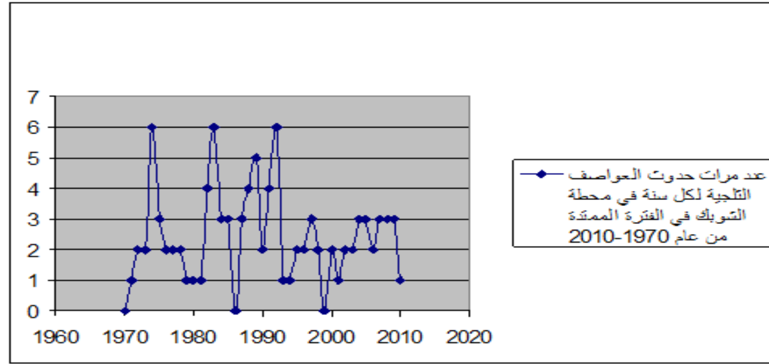
**1- الشوبك:**

تعتبر محطة الشوبك الأكثر ارتفاعا، والتي تبلغ 1365م فوق مستوى سطح البحر، وشهدت أعلى تكرار لحدوث العواصف الثلجية؛ حيث تعرضت الشوبك لعاصفة ثلجية واحدة خلال ثمانية سنوات والى عاصفتين ثلجيتين خلال 13 سنة( أي ما نسبته 31.7%)) وهي النسبة الأكبر من مجموع السنوات، وإلى ثلاث عواصف ثلجية خلال عشرة سنوات بنسبة 24.3%، وأربعة عواصف ثلجية حدثت خلال ثلاث سنوات، وقد تعرضت في الأعوام 1974 و 1983 و1992، إلى ستة عواصف ثلجية في كل سنة بينما لم تتعرض لأي عاصفة خلال ثلاث سنواتR كما هو موضح في الجدول رقم 7 والشكل رقم 5 :

جدول رقم (7): التكرار السنوي لحدوث العواصف الثلجية في محطة الشوبك في الفترة الممتدة بين (1970-2010).

| عدد مرات حدوث العواصف الثلجية | التكرار السنوي | النسبة المئوية |
|---|---|---|
| 0 | 3 | %7.3 |
| 1 | 8 | %19.5 |
| 2 | 13 | %31.7 |
| 3 | 10 | %24.3 |
| 4 | 3 | %7.3 |
| 5 | 1 | %2.4 |
| 6 | 3 | %7.3 |

المصدر :الباحثة




شكل رقم (5): عدد مرات حدوث العواصف الثلجية لكل سنة في محطة الشوبك خلال الفترة الممتدة

بين عامي 1970 –2010. المصدر :الباحثة

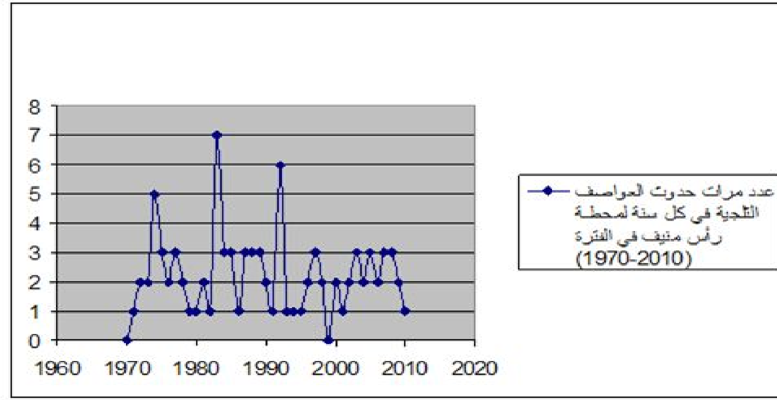
**2– محطة رأس منيف:**

يبلغ ارتفاع محطة رأس منيف حوالي 1150 م فوق مستوى سطح البحر وقد تعرضت لعاصفة ثلجية واحدة خلال 11 سنة وإلى عاصفتين ثلجيتين خلال 13 سنة أي ما نسبته 31.7%، وهي النسبة الأكبر، وإلى ثلاث عواصف خلال 12 سنوات وخمسة عواصف في سنة واحدة عام 1974 وإلى ستة عواصف ثلجية في عام 1992، وسبعة عواصف ثلجية في عام 1983 3 9لم تتعرض لأي عاصفة خلال سنتين فقط، كما هو موضح في الشكل رقم 6 والجدول رقم 8:

جدول رقم( 8): التكرار السنوي لحدوث العواصف الثلجية في محطة رأس منيف في الفترة الممتدتين (1970–2010).

| عدد مرات حدوث العواصف الثلجية | التكرار السنوي | النسبة المئوية(%) |
|---|---|---|
| 0 | 2 | %4.8 |
| 1 | 11 | %26.8 |
| 2 | 13 | %31.7 |
| 3 | 12 | %29.2 |
| 4 | 0 | %0 |
| 5 | 1 | %2.4 |
| 6 | 1 | %2.4 |
| 7 | 1 | %2.4 |

المصدر :الباحثة




شكل رقم (6): عدد مرات حدوث العواصف الثلجية لكل سنة في رأس منيف خلال الفترة الممتدة

بين عامي 1970 –2010. المصدر :الباحثة

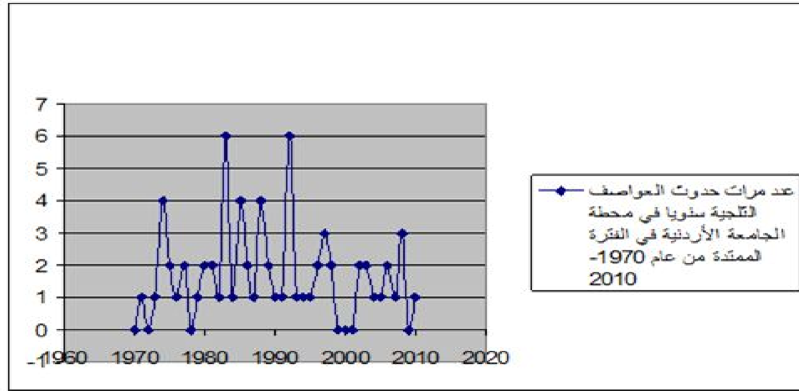
### 3- الجامعة الأردنية:

تعرضت محطة الجامعة الأردنية: والتي يبلغ ارتفاعها حوالي 980 م فوق مستوى سطح البحر إلى عاصفة ثلجية واحدة خلال 16 عام ، أي ما نسبته 29% وهي النسبة الأكبر من مجموع السنوات ، وإلى عاصفتين ثلجيتين خلال 11 سنة وإلى ثلاثة عواصف ثلجية في سنتين وأربعة عواصف ثلجية في ثلاثة سنوات وتعرضت إلى ستة عواصف ثلجية في عامي 1983 و 1992 ولم تتعرض لأي عاصفة خلال 7 سنوات كما هو موضح في الجدول رقم 9 والشكل رقم 7:

جدول رقم(9): التكرار السنوي لحدوث العواصف الثلجية في محطة الجامعة الأردنية في الفترة الممتدة بين (1970–2010).

| عدد مرات حدوث العواصف الثلجية | التكرار السنوي | النسبة المئوية(%) |
|---|---|---|
| 0 | 7 | %17 |
| 1 | 16 | %39 |
| 2 | 11 | %26.8 |
| 3 | 2 | %4.8 |
| 4 | 3 | %7.3 |
| 5 | 0 | %0 |
| 6 | 2 | %4.8 |

المصدر :الباحثة




شكل رقم (7): عدد مرات حدوث العواصف الثلجية لكل سنة في الجامعة الأردنية خلال الفترة الممتدة بين عامي 1970 –2010. المصدر:الباحثة

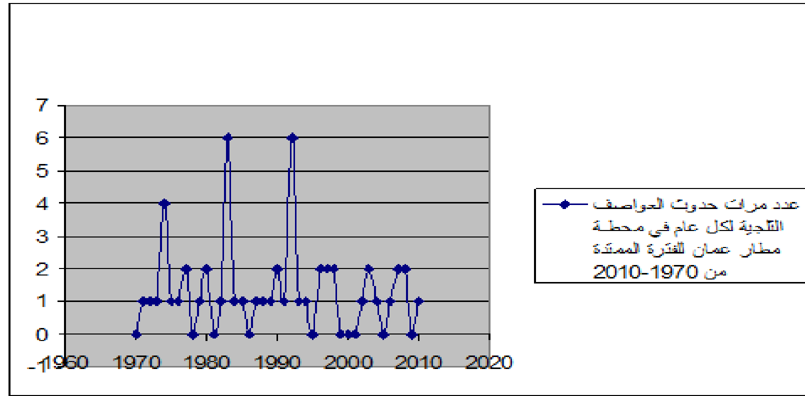
**4- مطار عمان :**

يبلغ ارتفاع محطة مطار عمان حوالي 776 م فوق مستوى سطح البحر، وقد تعرضت المحطة لعاصفة ثلجية واحدة خلال 19 عام بنسبة 46.3%% وهي النسبة الأكبر، وإلى عاصفتين ثلجيتين في 9 س46.3 وإلى أربعة عواصف في عام 1974 ولم تسقط فيها الثلوج نهائيا في 10 سنوات0 وقد تعرضت لأعلى عدد من العواصف الثلجية في عامي 1983 و1992، والتي بلغ عدد العواصف الثلجية فيها ستة عواصف. كما هو موضح في الجدول رقم 10،والشكل رقم 8:

جدول رقم (10): التكرار السنوي لحدوث العواصف الثلجية في محطة مطار عمان في الفترة الممتدة بين (1970–2010).

| عدد مرات حدوث العواصف الثلجية | التكرار السنوي | النسبة المئوية(%) |
|---|---|---|
| 0 | 10 | %24.3 |
| 1 | 19 | %46.3 |
| 2 | 9 | %21.9 |
| 3 | 0 | %0 |
| 4 | 1 | %2.4 |
| 5 | 0 | %0 |
| 6 | 2 | %4.8 |

المصدر:الباحثة




شكل رقم (8): عدد مرات حدوث العواصف الثلجية لكل سنة في مطار عمان خلال الفترة الممتدة

بين عامي 1970 –2010. المصدر :الباحثة

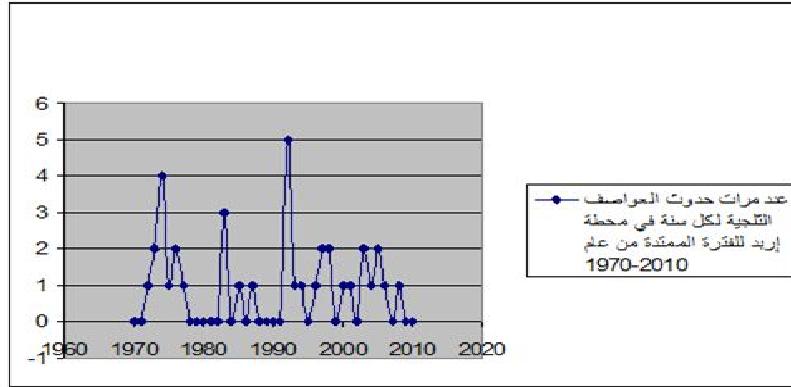
**5- إربد:**

يبلغ ارتفاع محطة إربد حوالي 616 م فوق مستوى سطح البحر وهي أقل المحطات المناخية ارتفاعا ؛لذلك هي الأقل تعرضا للعواصف الثلجية ؛ حيث لم تتعرض لأي عاصفة ثلجية خلال 19 عام وهي تمثل النسبة الأكبر وهي 46%، وتعرضت لعاصفة ثلجية واحدة خلال 13 سنة ،ولعاصفتين ثلجيتين في 7 سنوات و ،وقد تعرضت الى أربعة ،وثلاثة ،و خمسة عواصف ثلجية في الأعوام 1974 و 1983 و1992 على التوالي.كما هو موضح في الجدول رقم 11،وشكل رقم 9:

جدول رقم(11): التكرار السنوي لحدوث العواصف الثلجية في محطة إربد في الفترة الممتدة بين (1970–2010).

| عدد مرات حدوث العواصف الثلجة | التكرار السنوي | النسبة المئوية(%) |
|---|---|---|
| 0 | 19 | %46 |
| 1 | 13 | %29 |
| 2 | 6 | %14.6 |
| 3 | 1 | %2.4 |
| 4 | 1 | %2.4 |
| 5 | 1 | %2.4 |

المصدر :الباحثة




شكل رقم (9): عدد مرات حدوث العواصف الثلجية لكل سنة في إربد خلال الفترة الممتدة بين عامي 1970 –2010. المصدر :الباحثة

تبين مما سبق: تعرض الأردن لأكبر عدد للعواصف الثلجية في المحطات الخمسة المدروسة في الأعوام 1974 و 1983و 1992 ، ويبلغ متوسط عدد مرات حدوث العواصف الثلجية في المحطات الخمسة لتلك السنوات: حوالي خمسة مرات وهي أعلى من المتوسط العام لمجموع السنوات في المحطات الخمسة في الفترة الممتدة من عام 1970 الى عام 2010 والذي يبلغ حوالي عاصفتين ثلجيتين فقط.

**. العواصف الثلجية في الأردن(عدد أيام التساقط الثلجي):**

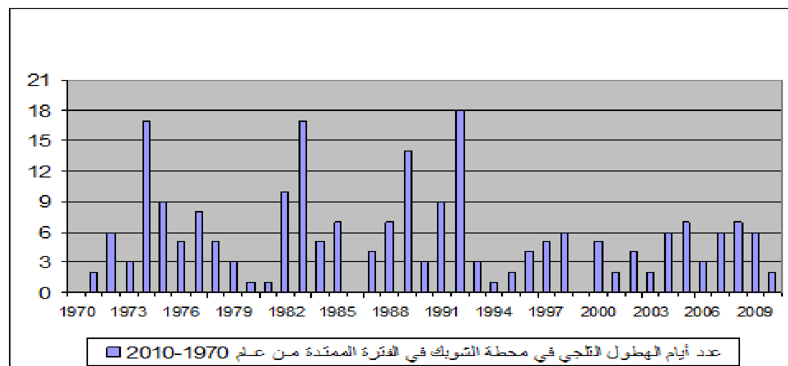
يعتمد طول الفترة التي يستمر فيها التساقط الثلجي بشكل عام على: سرعة حركة الجبهات الهوائية المؤدية للمنخفضات الثلجية ؛ فبعض المنخفضات يكون قصير؛ بحيث لا يزيد تأثيره على الأردن عن يوم واحد وبعض منها يستمر لمدة أطول نتيجة لاستقرار المنخفض شمال سوريا أو بالقرب من جزيرة قبرص ناتج عن تكون منخفض إلى الغرب منه .

يختلف عدد أيام العواصف الثلجية(طولها) من منطقة الى أخرى، وقد توصل شحادة إلى أن العلاقة بين الإرتفاع( وعدد أيام التساقط الثلجي هي: علاقة طردية قوية؛ حيث كلما زاد الإرتفاع زاد عدد أيام التساقط الثلجي ووجد أيضا أن المعدل السنوي لأيام التساقط الثلجي يزداد بمعدل يوم واحد كلما زاد الإرتفاع بمعدل 159م في المناطق الجبلية التي يزيد ارتفاعها عن 600م.(شحادة،1990)

**عدد أيام التساقط الثلجي/سنة في المحطات المناخية المدروسة في الفترة الممتدة من 1970-2010:**

**1- الشوبك:**

يبلغ المتوسط السنوي لعدد أيام التساقط الثلجي في محطة الشوبك حوالي خمسة أيام ونصف، وتعرضت محطة الشوبك لأطول مدة من الهطول الثلجي عام 1992، وقد كان عدد أيام الهطول 18 يوما من أصل ستة عواصف ثلجية، وفي عام 1983 وعام 1974 تعرضت الأردن لمدة 17 يوم من التساقط الثلجي، وفي عام 1989 كان عدد أيام الهطول الثلجي حوالي 14 يوما ،أما باقي أعداد أيام الهطول الثلجي للسنوات الأخرى، كان يتراوح بين صفر وتسعة أيام، أي حول المتوسط. ويلاحظ، أن معظم طول العواصف الثلجية التي تزيد مدتها عن المعدل بيومين وأكثر، كانت خلال الفترة الممتدة بين عام 1970-1992.

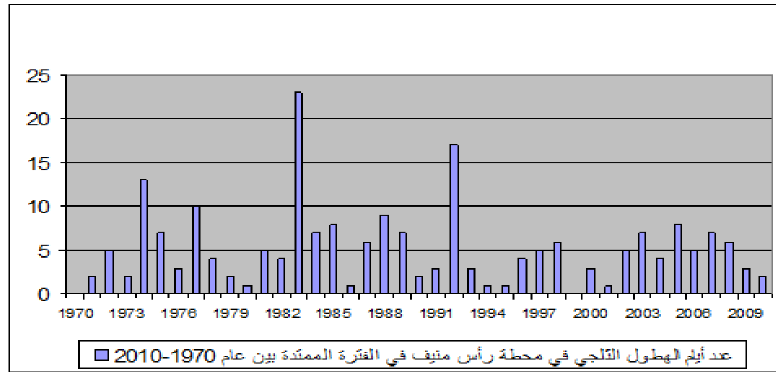



شكل رقم (10): عدد أيام العطول الثلجي في الشوبك خلال الفترة الممتدة بين

عامي 1970-2010. المصدر :الباحثة

**2- رأس منيف:**

يبلغ المتوسط السنوي لعدد أيام الهطول الثلجي في محطة رأس منيف حوالي خمسة أيام ،وبلغ عدد أيام الهطول الثلجي في عام 1983 23 يوم من سبعة عواصف ثلجية، ويليها عام 1992 والتي بلغ عدد أيام الهطول الثلجي فيها 17 يوم واستمر مجموع التساقط الثلجي لمدة 14 يوم في عام 1974، وهم أعلى من المعدل العام بكثير خاصة في عام 1983، أما في باقي السنوات فلم يتعدى عدد أيام الهطول الثلجي التسعة أيام.

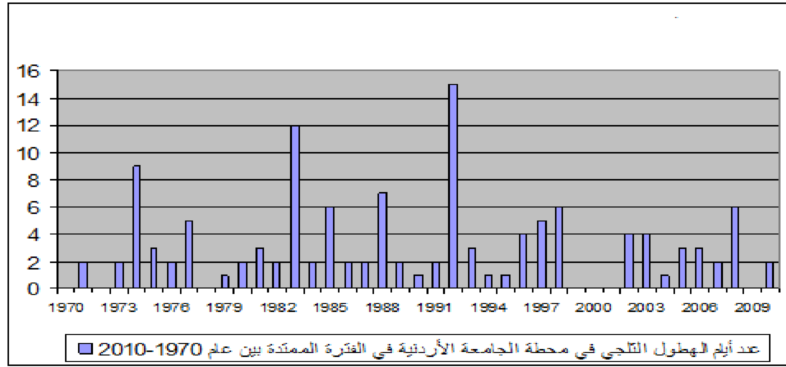



شكل رقم (11): عدد أيام العطول الثلجي في رأس منيف خلال الفترة الممتدة بين

عامي 1970-2010. المصدر :الباحثة

**3- الجامعة الأردنية:**

بلغ متوسط عدد أيام الهطول الثلجي في الجامعة الأردنية ثلاثة أيام وقد كان أعلى عدد لأيام التساقط الثلجي هو 15 يوم في عام 1992، وسجلت المحطة 12 يوما لمجموع أيام الهطول الثلجي في عام 1983 وتعرضت لتسعة أيام من التساقط الثلجي في عام 1974 و سبعة أيام في عام 1988، أما في باقي السنوات لم يتجاوز عدد أيام الهطول الثلجي عن ستة أيام والتي سجلت في الأعوام 1985 و 1998 و 2008 .

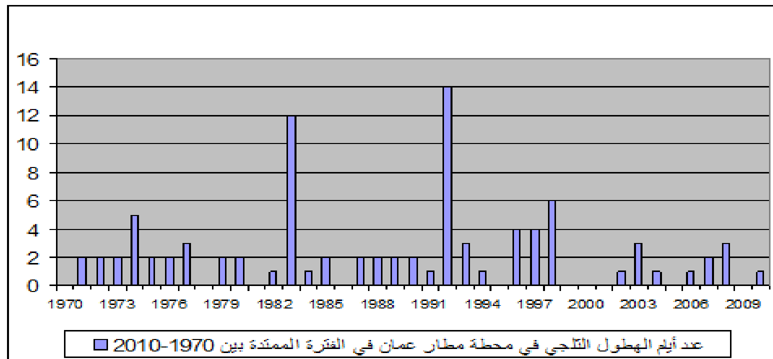



شكل رقم (12): عدد أيام العطول الثلجي في الجامعة الأردنية خلال الفترة الممتدة بين

عامي 1970–2010. المصدر :الباحثة

**4- مطار عمان:**

تعرض مطار عمان ل 14 يوم من الهطول الثلجي في عام 21992 1219 يوم عام 1983، ولم يسجل هذا العدد في السنوات الأخرى؛ حيث لم تزد عدد أيام التساقط الثلجي في السنوات الأخرى عن ستة أيام، والذي سجل في عام 1998، وبلغ المتوسط العام لعدد أيام الهطول الثلجي في المحطة حوالي يومان فقط.

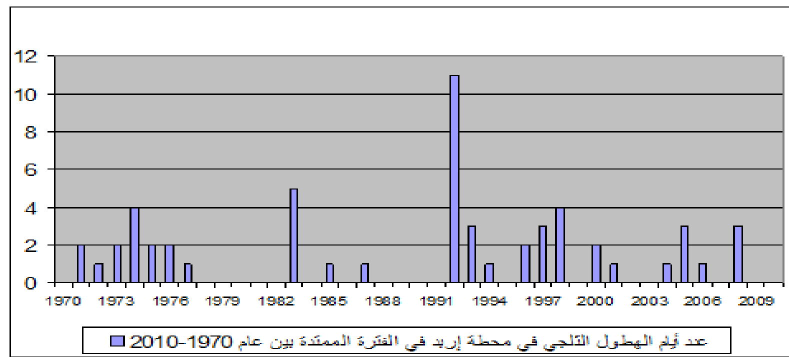



شكل رقم (13): عدد أيام العطول الثلجي في مطار عمان خلال الفترة الممتدة

بين عامي 1970–2010. المصدر :الباحثة

**5- إربد:**

تعتبر محطة إربد الأقل إرتفاعا؛ حيث لا تزيد عن 616): وهي الأقل تعرضا للهطول الثلجي؛ حيث يبلغ معدل عدد أيام الهطول الثلجي فيها حوالي يوم ونصف تقريبا، وعلى الرغم من هذا فقد تعرضت 6 11 يوم من الهطول الثلجي في عام 1992، ولخمسة أيام عام 1983، ولأربعة أيام في عام 1974، وهي أعلى من المعدل العام بكثير .




شكل رقم (14): عدد أيام العطول الثلجي في إربد خلال الفترة الممتدة بين

عامي 1970-2010. المصدر:الباحثة

# الفصل الرابع

## أثر التغير المناخي على العواصف الثلجية في الأردن

- أثر التغير المناخي على عدد العواصف الثلجية في الأردن
- أثر التغير المناخي على طول العواصف الثلجية في الأردن

**أولا : أثر التغير المناخي على عدد العواصف الثلجية في الأردن:**

يبين الجدول رقم(12)) خصائص إحصائية عامة لمجموع مرات حدوث العواصف الثلجية في محطات الدراسة خلال الفترة الممتدة من عام 1970–2010.

نلاحظ أن المتوسط الحسابي لمحطة الشوبك هو 42,4 بإنحراف معياري مقداره 1,5 والقيمة العظمى هي 6 عواصف ثلجية، أما في رأس منيف كان المتوسط الحسابي 22,2 وانحراف معياري 41,4 والقيمة العظمى هي 7 عواصف ثلجية ، ومتوسط حسابي مقداره 61,6 بإنحراف معياري يساوي 1,4 وقيمة عظمى تساوي 6 عواصف في محطة الجامعة الأردنية، وكان الوسط الحسابي في مطار عمان يساوي 01,2 20نحراف معياري قيمته 1,3 وقيمة عظمى قيمتها 6 عواصف ، أما في إربد كانت قيمة المتوسط الحسابي 00,9 20نحراف معياري قيمته 1,1 وقيمة عظمى مقدارها 5 عواصف ثلجية.

يتبين. أن القيم العظمى في المحطات الخمسة المناخية ، أعلى بكثير من المعدل العام لأعداد العواصف الثلجية ، وهذا مؤشر على أن القيم العظمى ، تحققت من خلال ذبذبات قصيرة في بعض السنوات ؛ حيث سجلت القيمة العظمى للشوبك ، في الأعوام1974N1983E1992، ورأس منيف في عام 1983، والجامعة الأردنية وعمان ، في الأعوام 1992–1983 وفي عام 1992 في إربد.

جدول رقم (12): خصائص إحصائية عامة لمجموع مرات حدوث العواصف الثلجية في محطات الدراسة خلال الفترة الممتدة من عام 1970–2010

| إسم المحطة | الوسط الحسابي | الإنحراف المعياري Std.dev Day/year | القيمة العظمى Maximum | القيمة الصغرى Minimum |
|---|---|---|---|---|
| الشوبك | 2.4 | 1.5 | 6 | 0 |
| رأس منيف | 2.2 | 1.4 | 7 | 0 |
| الجامعة الأردنية | 1.6 | 1.4 | 6 | 0 |
| مطار عمان | 1.2 | 1.3 | 6 | 0 |
| إربد | 0.9 | 1.1 | 5 | 0 |

المصدر :الباحثة

**الأساليب الإحصائية المستخدمة لمعرفة الإتجاه العام لعدد العواصف الثلجية :**

أولا: اختبار t ، والإنحدار الخطي:

يتبين من الجداول 17(137141153169) من خلال إختبار t لأعداد العواصف الثلجية بين فترتين زمنيتين الأولى :1970–1989، والثانية:1990–2010، أن التباين بين القيم ليس له دلالة إحصائية، في جميع المحطات المناخية؛ لأن مستوى المعنوية أعلى من 0.05 % . إنما يمكن الإستدلال على الإتجاه العام للقيم من خلال ملاحظة الفروق بين المتوسطين الحسابيين للمجموعتين، والإنحراف المعياري لهما؛ فنلاحظ أن قيم المتوسط الحسابي والإنحراف المعياري في المجموعة الأولى، أعلى من المجموعة الثانية، المحسوبة في جميع المحطات المناخية، باستثناء إربد؛ حيث ازداد المتوسط الحسابي فيها في المجموعة الثانية. وتلاشى هذا التزايد عند حساب المتوسط الحسابي لمجموع أعداد العواصف الثلجية ، ويظهر التناقص بين المتوسطين الحسابيين للمجموعتين، في جميع المحطات المناخية المدروسة، كما هو موضح في الجدول رقم 18.

جدول رقم (13): إختبار t ، لمتوسطين حسابيين لفترتين زمنيتين،الأولى:1970–1989،الثانية:1990–2010، في الشوبك

| الشوبك | عدد السنوات | المتوسط الحسابي | الإنحراف المعياري | قيمة t | مستوى الدلالة الإحصائية Sig(2 tailed) |
|---|---|---|---|---|---|
| المجموعة الأولى (1970–1989) | 20 | 2,55 | 1,76 | 0,549 | 0,587 |
| المجموعة الثاني (1990–2010) | 21 | 2,29 | 1,27 | | |

المصدر :الباحثة

جدول رقم (14): إختبار t ، لمتوسطين حسابيين لفترتين زمنيتين،الأولى:1970–1989،الثانية:1990–2010، في رأس منيف

| رأس منيف | عدد السنوات | المتوسط الحسابي | الإنحراف المعياري | قيمة t | مستوى الدلالة الإحصائية Sig(2 tailed) |
|---|---|---|---|---|---|
| المجموعة الأولى (1970–1989) | 20 | 2,40 | 1,56 | 0,794 | 0,316 |
| المجموعة الثانية (1990–2010) | 21 | 2,05 | 1.24 | | |

المصدر :الباحثة

جدول رقم (15): إختبار t، لمتوسطين حسابيين لفترتين زمنيتين،الأولى:1970–1989،الثانية:1990–2010، في الجامعة الأردنية

| الجامعة الأردنية | عدد السنوات | المتوسط الحسابي | الإنحراف المعياري | قيمة t | مستوى الدلالة الإحصائية Sig(2 tailed) |
|---|---|---|---|---|---|
| المجموعة الأولى (1970–1989) | 20 | 1,85 | 1,56 | 0,813 | 0,562 |
| المجموعة الثانية (1990–2010) | 21 | 1,48 | 1,36 | | |

المصدر :الباحثة

جدول رقم (16): إختبار t ، لمتوسطين حسابيين لفترتين زمنيتين،الأولى:1970–1989،الثانية:1990–2010، في عمان

| عمان | عدد السنوات | المتوسط الحسابي | الإنحراف المعياري | قيمة t | مستوى الدلالة الإحصائية Sig(2 tailed) |
|---|---|---|---|---|---|
| المجموعة الأولى (1970–1989) | 20 | 1,30 | 1,41 | 0,033 | 0.889 |
| المجموعة الثانية (1990–2010) | 21 | 1,29 | 1,34 | | |

المصدر :الباحثة

جدول رقم (17): إختبار t ، لمتوسطين حسابيين لفترتين زمنيتين،الأولى:1970–1989،الثانية:1990–2010، في إربد

| إربد | عدد السنوات | المتوسط الحسابي | الإنحراف المعياري | قيمة t | مستوى الدلالة الإحصائية Sig(2 tailed) |
|---|---|---|---|---|---|
| المجموعة الأولى (1970–1989) | 20 | 0,80 | 1,15 | 0,548– | 0,643 |
| المجموعة الثانية (1990–2010) | 21 | 1,00 | 1,18 | | |

المصدر :الباحثة

جدول رقم (18): إختبار t، لمتوسطين حسابيين لفترتين زمنيتين،الأولى:1970–1989،الثانية:1990–2010، في جميع المحطات

| جميع المحطات | عدد السنوات | المتوسط الحسابي | الإنحراف المعياري | قيمة t | مستوى الدلالة الإحصائية Sig(2 tailed) |
|---|---|---|---|---|---|
| المجموعة الأولى (1970–1989) | 20 | 8,35 | 6,5 | 0.341 | 0.556 |
| المجموعة الثانية (1990–2010) | 21 | 8,10 | 5,73 | | |

المصدر :الباحثة

يتبين من الجدول رقم (19)) وجود تناقص في عدد العواصف الثلجية خلال فترة الدراسة؛ لأن قيمة درجة الإنحدار الخطي سالبة في المحطات الخمسة المدروسة ،ولكن ليس لهذا التناقص دلالة إحصائية لأن مستوى الدلالة الإحصائية في إختبار t أكبر من 0.05 في جميع المحطات.

جدول رقم (19):يمثل قيمة t ومستوى الدلالة الإحصائية لمتوسط أعداد العواصف الثلجية ودرجة الإنحدار الخطي للفترة الممتدة من عام 1970-2010

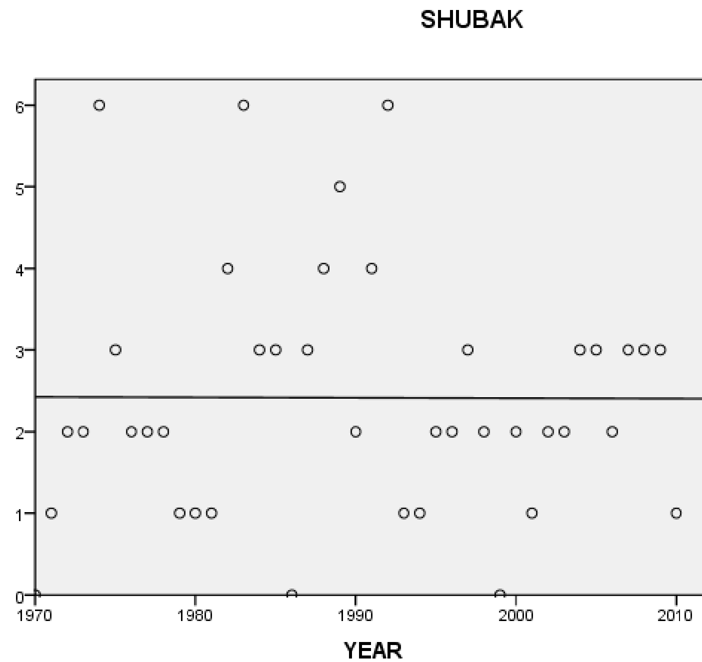
| المحطة | قيمة t | مستوى الدلالة الإحصائية | درجة الإنحدار الخطي لعدد العواصف الثلجية b |
|---|---|---|---|
| الشوبك | -0.184 | 0.85 | -0.03 |
| رأس منيف | -0.375 | 0.71 | -0.25 |
| الجامعة الأردنية | -0.46 | 0.96 | -0.46 |
| مطار عمان | -1.68 | 0.11 | -0.68 |
| إربد | 0.02 | 0.98 | -0.42 |

المصدر :الباحثة

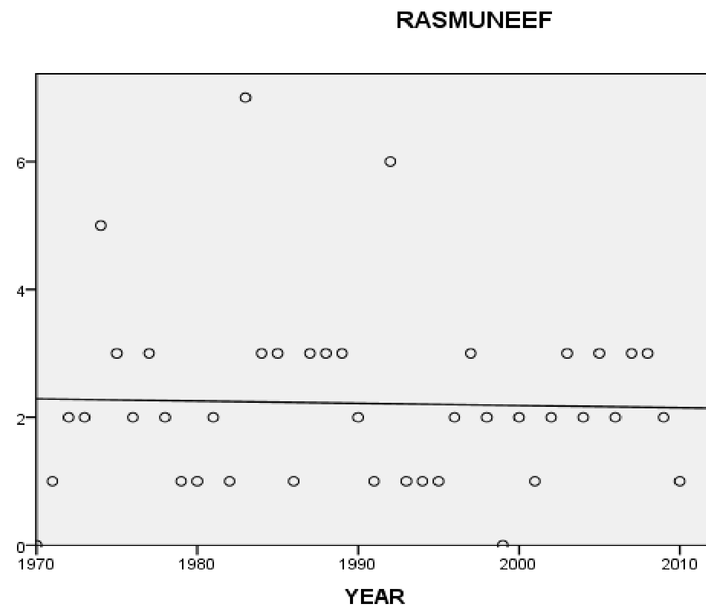
تبين من خلال معرفة الإنحدار الخطي، لأعداد العواصف الثلجية في المحطات المدروسة للفترة الممتدة بين عام 1970−2010: وجود تناقص عام في أعداد العواصف الثلجية.

نلاحظ أن جميع الذبذبات القصيرة القوية للعواصف الثلجية، كانت قبل عام 1993، متمثلة في الأعوام: 19744198311992 ،ولم تشهد الأردن، بعد عام 31993 أكثر من 3 عواصف في الشوبك ورأس منيف والجامعة الأردنية ، وعاصفتين ثلجيتين في عمان و إربد.

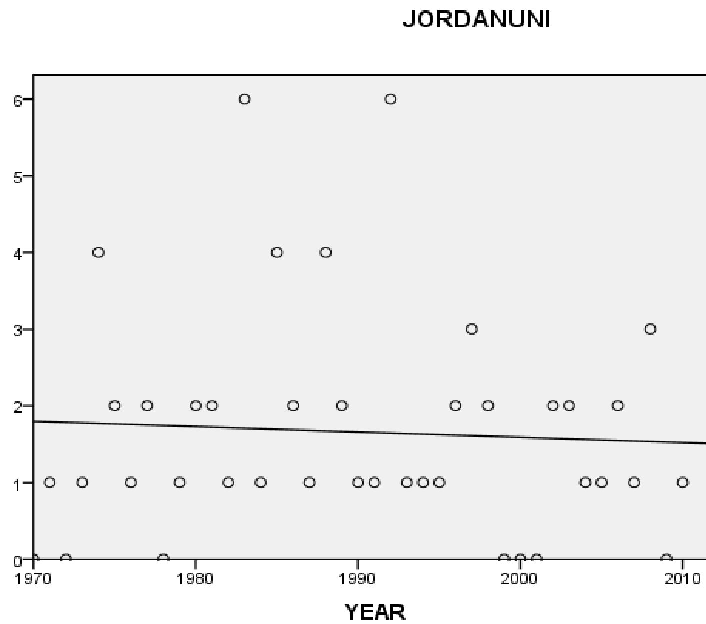
وتمثل الأشكال (19 15a161718) : الإنحدار الخطي لعدد العواصف الثلجية في المحطات المناخية من عام 1970−2010 وهي: (الشوبك( و رأس منيف والجامعة الأردنية ومطار عمان وإربد)) على التوالي :



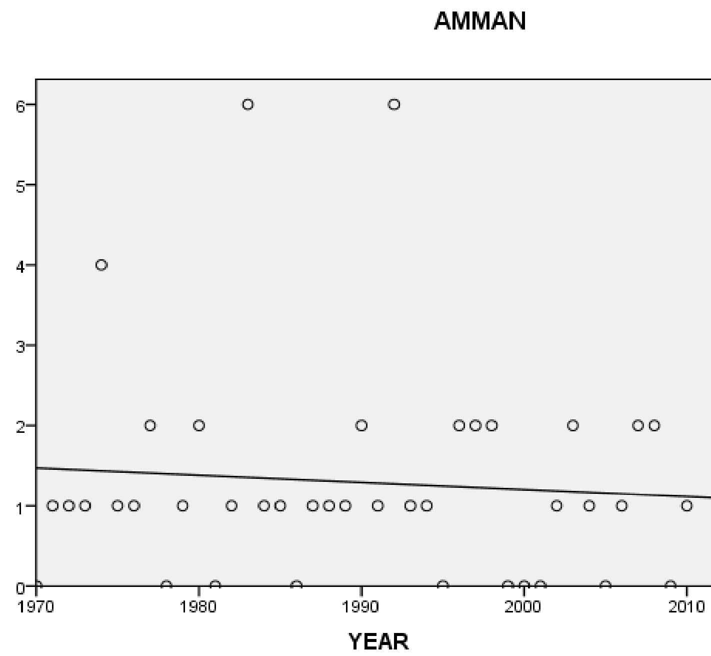

شكل رقم(15): الإنحدار الخطي لعدد العواصف الثلجية في محطة الشوبك(1970−2010).المصدر:الباحثة



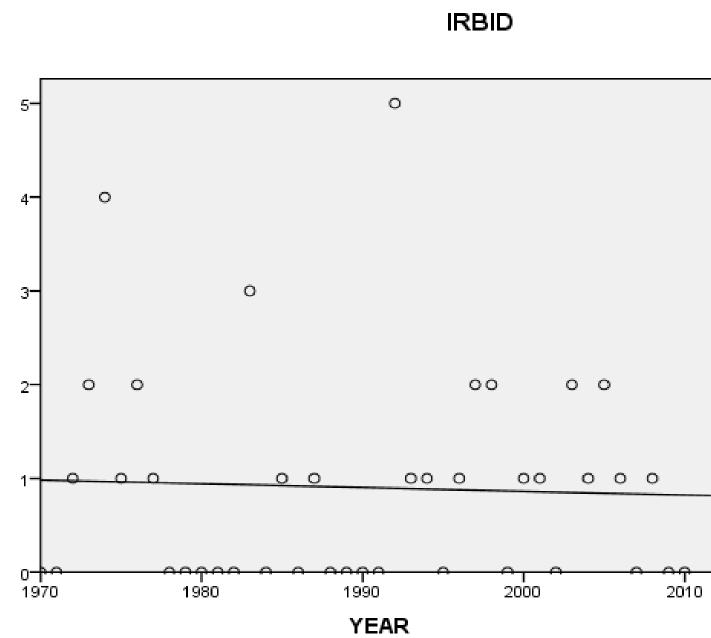

شكل رقم (16): الإنحدار الخطي لعدد العواصف الثلجية في محطة رأس منيف(1970–2010).المصدر:الباحثة




شكل رقم(17): الإنحدار الخطي لعدد العواصف الثلجية في محطة الجامعة الأردنية(1970–2010).المصدر:الباحثة




شكل رقم (18): الإنحدار الخطي لعدد العواصف الثلجية في محطة مطار عمان(1970−2010). المصدر:الباحثة

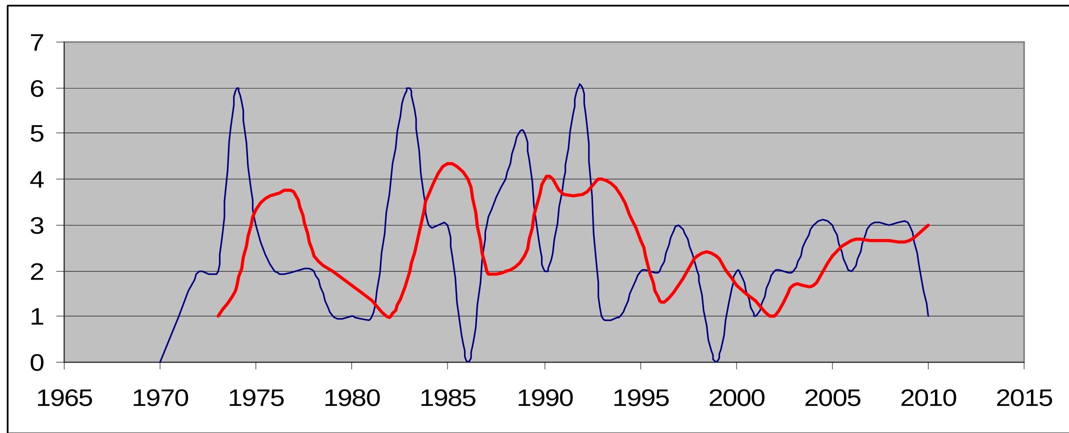



شكل رقم (19): الإنحدار الخطي لعدد العواصف الثلجية في محطة إربد(1970−2010). المصدر:الباحثة

ثانيا : المتوسطات المتحركة:

يتبين من خلال الأشكال: (20721122323924)) للمتوسطات المتحركة في الشوبك ورأس منيف والجامعة الأردنية، ومطار عمان، وإربد : وجود تراجع في معدل أعداد العواصف الثلجية بعد عام 1992 بشكل واضح، على الرغم من التخلص من الذبذبات القصيرة في الأعوام 1974 و 1983و 1992، والتي شهدت أكبر عدد للعواصف الثلجية.

نلاحظ من خلال حساب المتوسطات المتحركة لمحطة إربد للفترة الممتدة من عام 1970-2010 أنه في أوائل السبعينيات سجلت محطة إربد معدل مرتفع نسبيا لأعداد العواصف الثلجية وتناقص المعدل تدريجيا في أواخر العقد ومع أوائل الثمانينات، وارتفع في بداية التسعينيات ومن ثم بدأ بالتناقص ضمن معدل معتدل دون وجود ذبذبات مفاجئة .

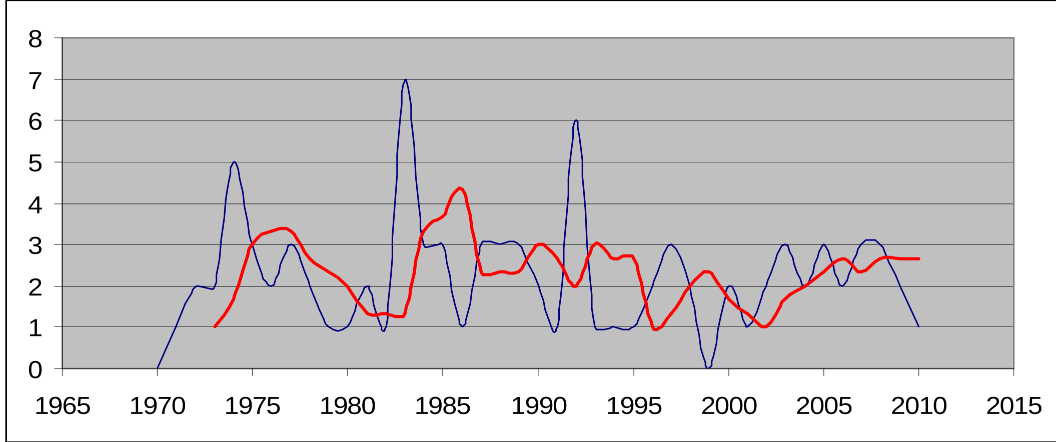



: المتوسطات المتحركة

:تكرار العواصف الثلجية/سنة

شكل رقم (20): المتوسطات المتحركة لعدد العواصف الثلجية في محطة الشوبك للفترة الممتدة من عام 1970-2010

المصدر:الباحثة

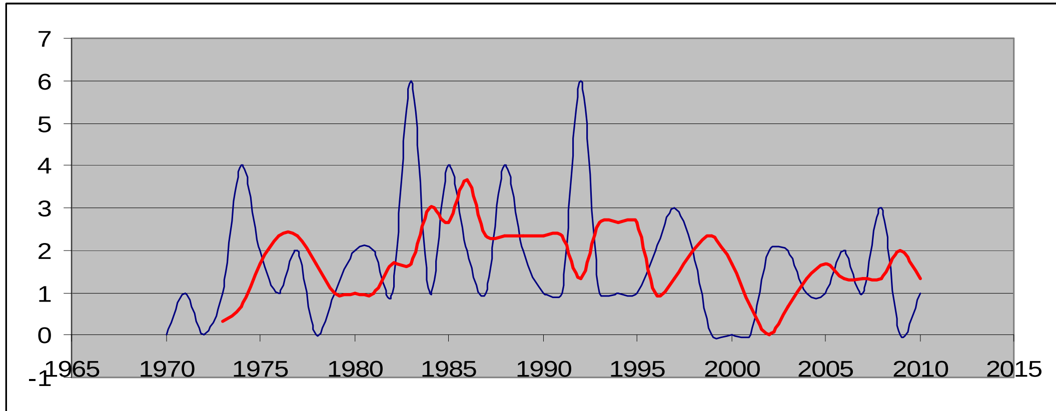



: المتوسطات المتحركة

تكرار العواصف الثلجية/سنة:

شكل رقم (21): المتوسطات المتحركة لعدد العواصف الثلجية في محطة رأس منيف للفترة الممتدة من عام 1970-2010

المصدر:الباحثة

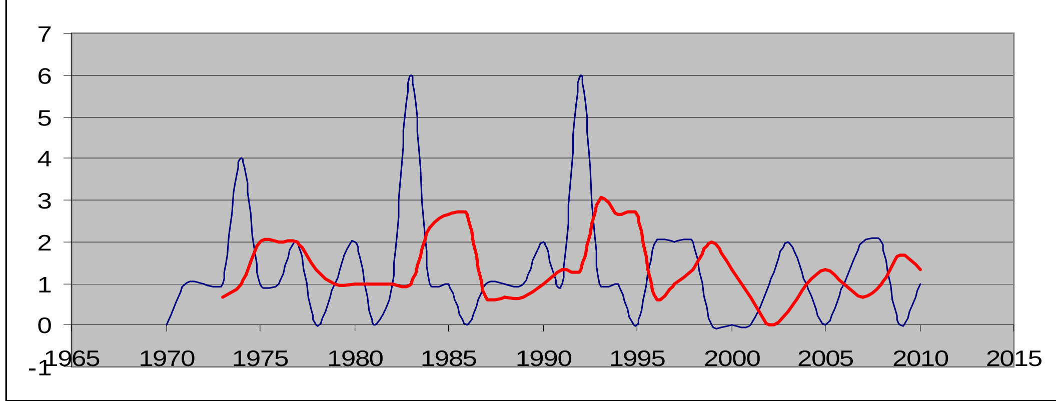



: المتوسطات المتحركة

تكرار العواصف الثلجية/سنة:

شكل رقم (22): المتوسطات المتحركة لعدد العواصف الثلجية في محطة الجامعة الأردنية للفترة الممتدة من عام 1970-2010

المصدر:الباحثة

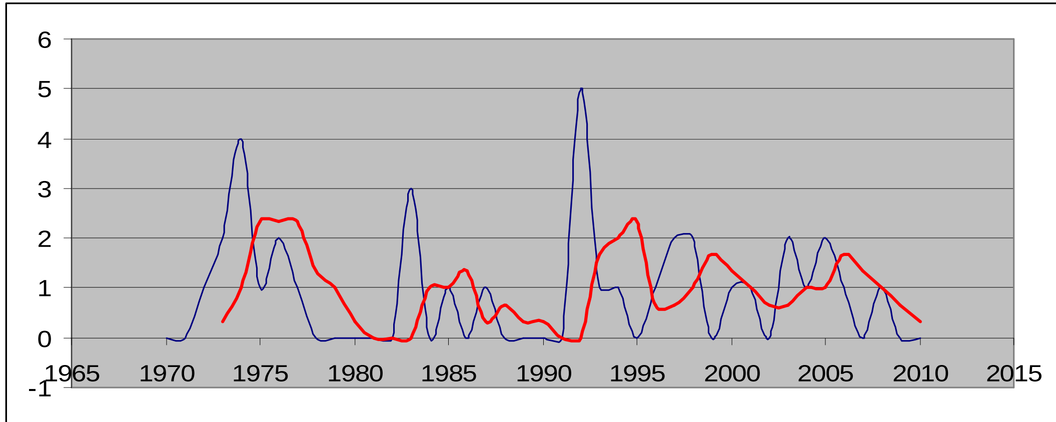



: المتوسطات المتحركة

:تكرار العواصف الثلجية/سنة

شكل رقم (23): المتوسطات المتحركة لعدد العواصف الثلجية في محطة مطار عمان للفترة الممتدة من عام 1970-2010

المصدر:الباحثة




: المتوسطات المتحركة

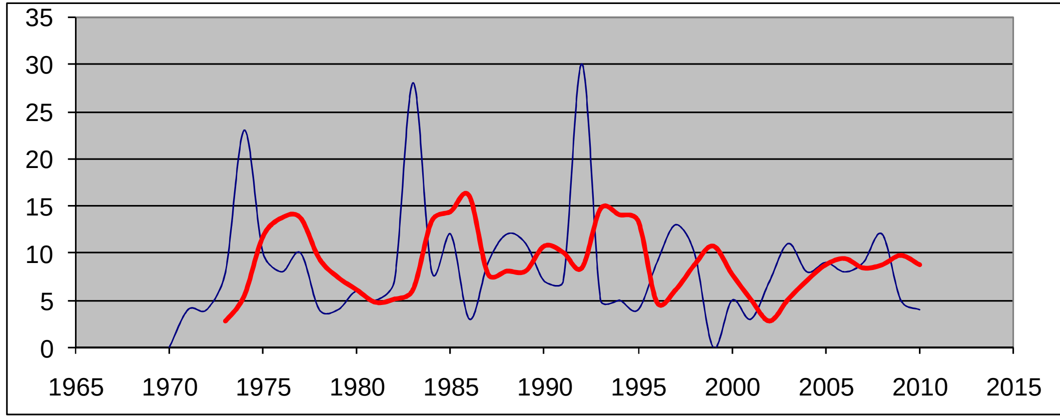
:تكرار العواصف الثلجية/سنة

شكل رقم (24): المتوسطات المتحركة لعدد العواصف الثلجية في محطة إربد للفترة الممتدة من عام 1970-2010

المصدر:الباحثة

جميع المحطات:

تبين من خلال حساب المتوسطات المتحركة لمجموع أعداد العواصف الثلجية في المحطات الخمسة المدروسة : وجود تراجع في معدلات أعداد العواصف الثلجية بعد عام 1992 حتى عام 2010 مما يؤكد تأثير التغير المناخي على أعداد العواصف الثلجية في الأردن بالتناقص مع مرور الزمن بغض النظر عن الذبذبات القصيرة الأمد.




: المتوسطات المتحركة

:تكرار العواصف الثلجية/سنة

شكل رقم (25): المتوسطات المتحركة لعدد العواصف الثلجية في جميع المحطات المدروسة للفترة الممتدة من عام 1970-2010

المصدر:الباحثة

ثالثا: الفروقات المتجمعة :

يظهر منحنى الفروق المتجمعة لأعداد العواصف الثلجية السنوية في الشوبك: تناقصا ملحوظا بعد أوائل التسعينيات وتحديدا بعد عام 1992؛ حيث بلغ المتوسط الحسابي لأعداد العواصف الثلجية في محطة الشوبك 2.4 ونلاحظ أن جميع السنوات التي كانت أعداد العواصف الثلجية تزيد فيها عن المعدل العام هي قبل عام 1993 أما بعد ذلك فجميع الأعداد هي أقل من الوسط الحسابي .

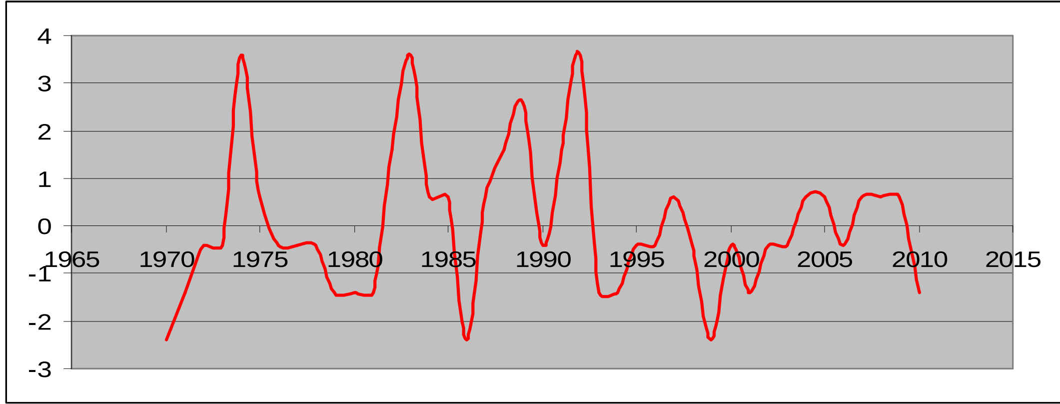
وفي رأس منيف : كانت أعداد العواصف الثلجية في كافة السنوات للفترة المدروسة أقل من المتوسط الحسابي الذي يبلغ 2.2، الا في السنوات الثلاثة المتمثلة في عام 1974و عام 1983 وعام 1992 وبغض النظر عن هذه الذبذبات الا أنها لم تحصل خلال العشرين سنة التي تلت عام 1992 مما يشير لوجود تناقص عام في أعداد العواصف الثلجية المسجلة في محطة رأس منيف.

شهدت أعداد العواصف الثلجية التي سجلت في الجامعة الأردنية تناقصا عن المتوسط الحسابي لها والذي يبلغ 1.6 وخاصة بعد أوا ل التسعينيات حيث لم تسجل قيمة أكثر من يومين الا في عامين فقط.

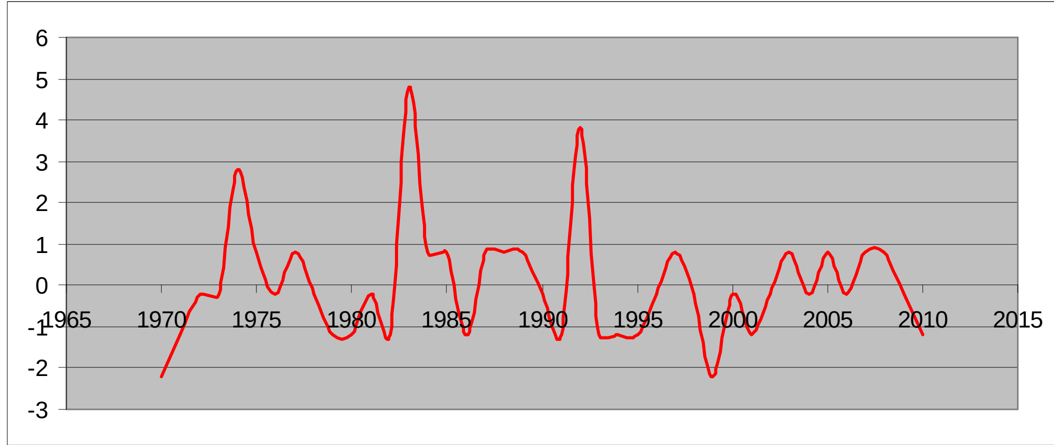
تبين من خلال منحنى الفروق المتجمعة لأعداد العواصف الثلجية في عمان : أن جميع القيم التي سجلت بعد عام 1992 هي أقل من المتوسط الحسابي الذي بلغ 2,2 بكثير في حين كانت القيم المسجلة قبل العام المذكور قريبة نسبيا من المعدل العام في أغلب السنوات.

سجلت محطة إربد عددا أكبر بكثير من المعدل العام والذي يبلغ 0.9 للعواصف الثلجية في العشرين سنة الأولى في الفترة المدروسة ، أما بعد عام 1992 تناقصت أعداد العواصف الثلجية لتصبح قريبة من المعدل العام وأقل منه بكثير.

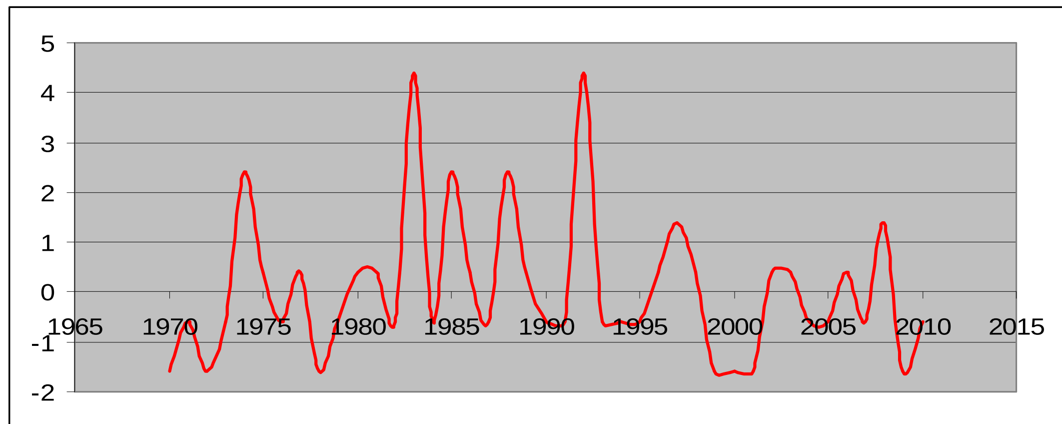
توضح الأشكال:(26727128329930)، الفروقات المتجمعة في الشوبك، ورأس منيف، والجامعة الأردنية، ومطار عمان، وإربد ،على التوالي:



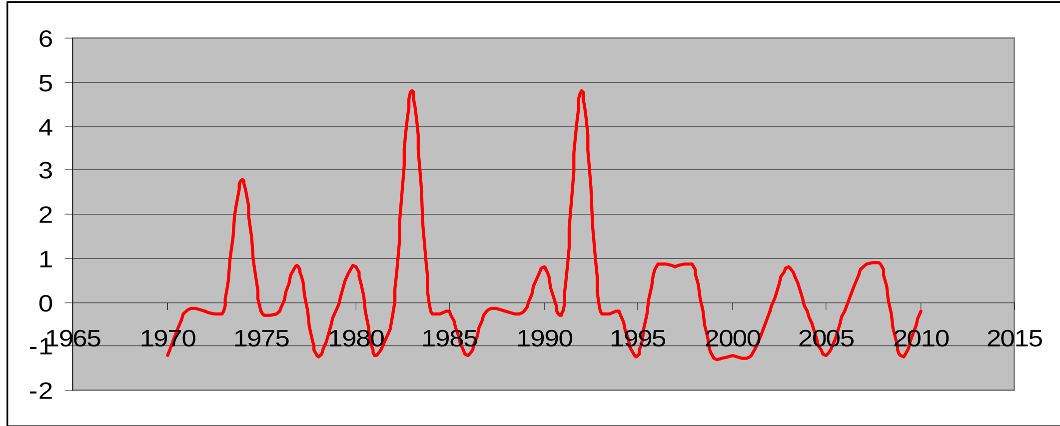

شكل رقم( 26): منحنى الفروق المتجمعة لأعداد العواصف الثلجية عن وسطها الحسابي في محطة الشوبك للفترة الممتدة من عام 1970-2010.المصدر:الباحثة



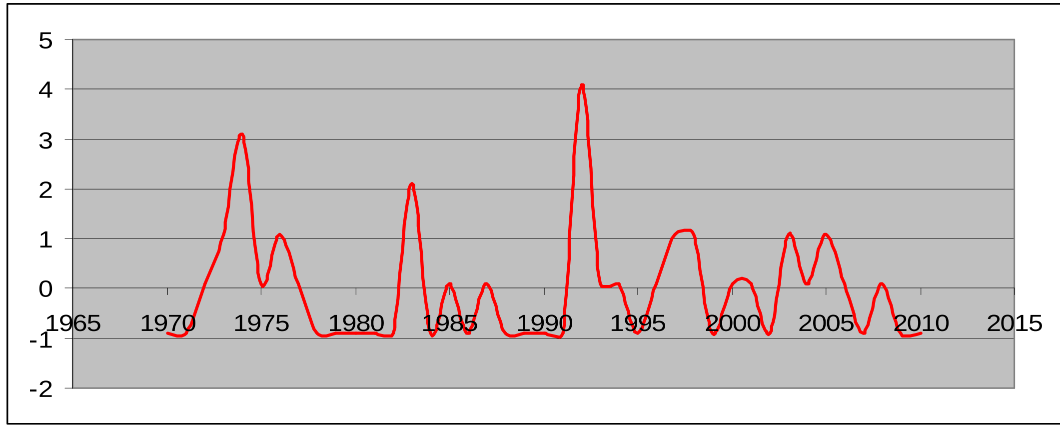

الشكل رقم( 27): منحنى الفروق المتجمعة لأعداد العواصف الثلجية عن وسطها الحسابي في محطة رأس منيف للفترة الممتدة من عام 1970-2010. المصدر:الباحثة




الشكل رقم( 28): منحنى الفروق المتجمعة لأعداد العواصف الثلجية عن وسطها الحسابي في محطة الجامعة الأردنية للفترة الممتدة من عام 1970-2010. المصدر:الباحثة




الشكل رقم( 29): منحنى الفروق المتجمعة لأعداد العواصف الثلجية عن وسطها الحسابي في محطة مطار عمان للفترة الممتدة من عام 1970-2010. المصدر:الباحثة

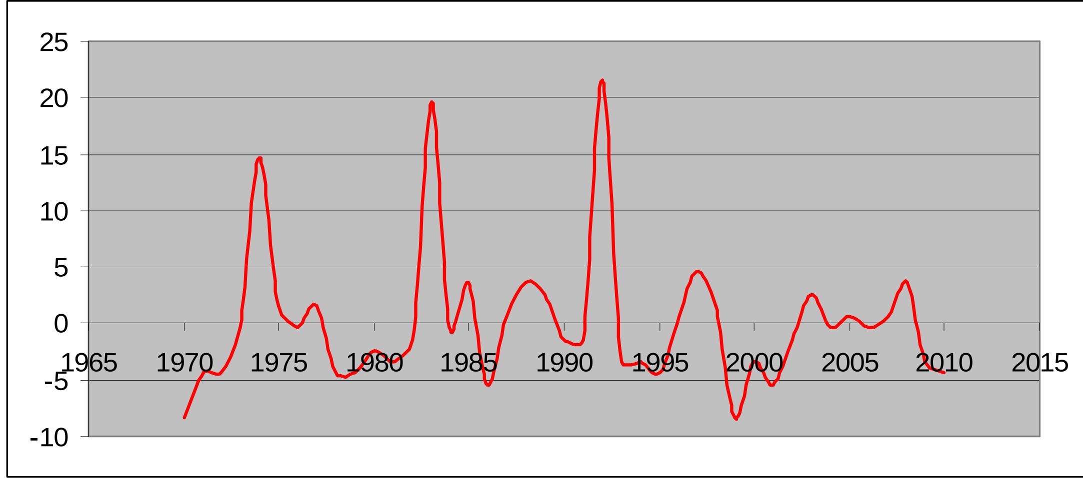



الشكل رقم( 30): منحنى الفروق المتجمعة لأعداد العواصف الثلجية عن وسطها الحسابي في محطة إربد للفترة الممتدة من عام 1970-2010. المصدر:الباحثة

جميع المحطات:

يظهر من خلال الشكل رقم(31) لمنحنى الفروقات المتجمعة في جميع المحطات، وجود تراجع في أعداد العواصف الثلجية ؛ حيث بلغ المتوسط الحسابي لمجموع أعداد العواصف الثلجية في جميع المحطات المناخية المدروسة 8.4 وشهدت عواصف ثلجية أكبر من المعدل العام، في الفترة الممتدة بين عامي 1970–1992– فقد كان المتوسط الحسابي لتلك الفترة يساوي:9.5: أما بعد عام 1992 فقد كان

المعدل العام يساوي:7 أي أن المتوسط الحسابي قد قل في النصف الثاني عن الأولـا حوالي يومين ، وإضافة إلى ذلك لم تشهد الأردن أي ذبذبات قصيرة وقوية بعد عام 1992 حتى عام 2010.




الشكل رقم( 31): منحنى الفروقات المتجمعة لأعداد العواصف الثلجية عن وسطها الحسابي في جميع المحطات المدروسة للفترة الممتدة من عام 1970-2010.المصدر:الباحثة

## تأثير التغير المناخي على طول العواصف الثلجية في الأردن:

يبين الجدول رقم 20 ، خصائص إحصائية عامة لمجموع أطوال العواصف الثلجية في محطات الدراسة خلال الفترة الممتدة من عام 1970–2010 أن أكبر متوسط حسابي لمجموع أعداد أيام التساقط الثلجي، قد سجل في محطة الشوبك بمقدار 5.4، وبانحراف معياري مقدارة 4.4، وكانت القيمة العظمة تساوي 18 يوم، وقد سجلت هذه القيمة في عام 1992، ومن ثم محطة رأس منيف التي سجلت أعلى قيمة في عام 1983 بمقدار 23 يوم، وبمتوسط حسابي يساوي 5.1، وبانحراف معياري قيمته 4.5 ثم الجامعة الأردنية، ومطار عمان، وإربد بمتوسط حسابي مقداره 3.1 و 2.2 و1.3، وبانحرافات معيارية قيمتها 3.2 و 2.8 و 2 على التوالي.

جدول رقم (20): خصائص إحصائية عامة لمجموع أطوال العواصف الثلجية في محطات الدراسة خلال الفترة الممتدة من عام 1970–2010

| اسم المحطة المناخية | الوسط الحسابي | الإنحراف المعياري Std.dev Day/year | القيمة العظمى Maximum | القيمة الصغرى Minimum |
|---|---|---|---|---|
| الشوبك | 5.4 | 4.4 | 18 | 0 |
| رأس منيف | 5.1 | 4.5 | 23 | 0 |
| الجامعة الأردنية | 3.1 | 3.2 | 15 | 0 |
| مطار عمان | 2.2 | 2.8 | 14 | 0 |
| إربد | 1.3 | 2 | 11 | 0 |

المصدر :الباحثة

**الأساليب الإحصائية المستخدمة لمعرفة الإتجاه العام لأطوال العواصف الثلجية في الأردن:**

أولا :اختبار tt والإنحدار الخطي:

تبين من خلال إختبار t بين متوسطين حسابيين للفترتين ، الأولى:1970–1989،والثانية:1990–2010، أن التباين بين القيم في جميع المحطات ليس له دلالة إحصائية ؛ لأن مستوى المعنوية أعلى من 0.05% ، ويمكن الإستدلال على الإتجاه العام من خلال الفروق بين المتوسطات الحسابية والإنحرافات المعيارية بين الفترتين .

أظهرت قيم المتوسطات الحسابية بين المجموعتين تراجعا لأطوال العواصف الثلجية في الفترة الثانية الممتدة بين عامي (1990–2010) ، في الشوبك ورأس منيف والجامعة الأردنية ، وتزايدا طفيفا في مطار عمان وإربد. وتناقص المتوسط الحسابي لمجموع أطوال العواصف الثلجية في جميع المحطات، وبانحراف معياري أقل ، في الفترة الثانية عن الأولى. كما هو موضح في الجداول : ( 21 222 323 424 525 26).

جدول رقم (21): إختبار t، لمتوسطين حسابيين لفترتين زمنيتين،الأولى:1989–1990،الثانية:1990–2010، في الشوبك

| الشوبك | عدد السنوات | المتوسط الحسابي | الإنحراف المعياري | قيمة t | مستوى الدلالة الإحصائية Sig(2 tailed) |
|---|---|---|---|---|---|
| المجموعة الأولى (1970–1989) | 20 | 6,20 | 5,12 | 0,98 | 0,142 |
| المجموعة الثانية (1990–2010) | 21 | 4,81 | 3,79 | | |

المصدر :الباحثة

جدول رقم (22): إختبار t، لمتوسطين حسابيين لفترتين زمنيتين،الأولى:1989-1990،الثانية:1990-2010، في رأس منيف

| رأس منيف | عدد السنوات | المتوسط الحسابي | الإنحراف المعياري | قيمة t | مستوى الدلالة الإحصائية Sig(2 tailed) |
|---|---|---|---|---|---|
| المجموعة الأولى (1970-1989) | 20 | 5,95 | 5,24 | 1 | 0,251 |
| المجموعة الثانية (1990-2010) | 21 | 4,43 | 3,64 | | |

المصدر :الباحثة

جدول رقم (23): إختبار t، لمتوسطين حسابيين لفترتين زمنيتين،الأولى:1989-1990،الثانية:1990-2010، في الجامعة الأردنية

| الجامعة الأردنية | عدد السنوات | المتوسط الحسابي | الإنحراف المعياري | قيمة t | مستوى الدلالة الإحصائية Sig(2 tailed) |
|---|---|---|---|---|---|
| المجموعة الأولى (1970-1989) | 20 | 3,20 | 3,12 | 0,19 | 0,879 |
| المجموعة الثانية (1990-2010) | 21 | 3 | 3,34 | | |

المصدر :الباحثة

جدول رقم (24): إختبار t، لمتوسطين حسابيين لفترتين زمنيتين،الأولى:1989-1990،الثانية:1990-2010، في مطار عمان

| مطار عمان | عدد السنوات | المتوسط الحسابي | الإنحراف المعياري | قيمة t | مستوى الدلالة الإحصائية Sig(2 tailed) |
|---|---|---|---|---|---|
| المجموعة الأولى (1970-1989) | 20 | 2,20 | 2,58 | 0,042- | 0,339 |
| المجموعة الثانية (1990-2010) | 21 | 2,24 | 3,16 | | |

المصدر :الباحثة

جدول رقم (25): إختبار t، لمتوسطين حسابيين لفترتين زمنيتين،الأولى:1989-1990،الثانية:1990-2010، في إربد

| إربد | عدد السنوات | المتوسط الحسابي | الإنحراف المعياري | قيمة t | مستوى الدلالة الإحصائية Sig(2 tailed) |
|---|---|---|---|---|---|
| المجموعة الأولى (1970-1989) | 20 | 1,05 | 1,43 | 0,97- | 0,187 |
| المجموعة الثانية (1990-2010) | 21 | 1,67 | 2,53 | | |

المصدر :الباحثة

جدول رقم (26): إختبار t، لمتوسطين حسابيين لفترتين زمنيتين،الأولى:1989-1990،الثانية:1990-2010، في جميع المحطات

| جميع المحطات | عدد السنوات | المتوسط الحسابي | الإنحراف المعياري | قيمة t | مستوى الدلالة الإحصائية Sig(2 tailed) |
|---|---|---|---|---|---|
| المجموعة الأولى (1970-1989) | 20 | 18,75 | 15,92 | 0,55 | 0,559 |
| المجموعة الثانية (1990-2010) | 21 | 15,95 | 15,31 | | |

المصدر :الباحثة

يتبين من خلال الجدول رقم 27 7 أن قيمة t ليس لها دلالة إحصائية في جميع المحطات المدروسة ، إنما يمكن الإستدلال عن الإتجاه العام لأطوال العواصف الثلجية من خلال درجة الإنحدار الخطي، التي جميعها سالبة، ويدل ذلك، على وجود تناقص عام خلال الفترة الممتدة من عام 1970-2010.

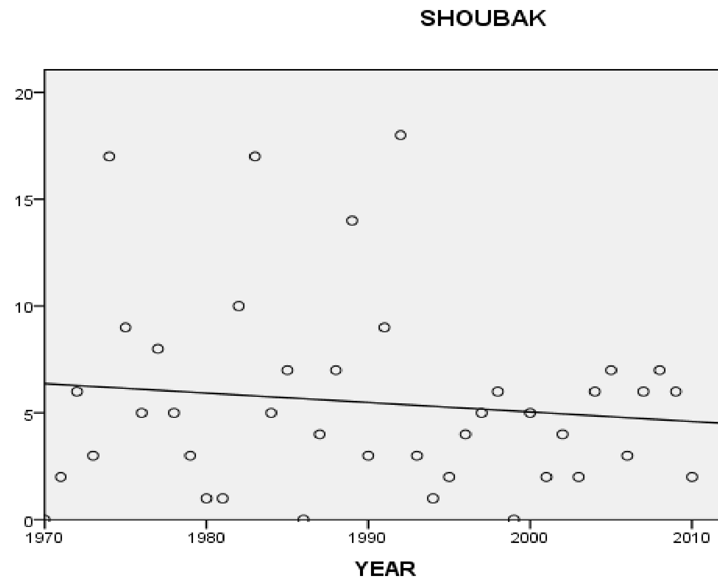
جدول رقم (27):يمثل قيمة t ومستوى الدلالة الإحصائية لمتوسط15,31 العواصف الثلجية ودرجة الإنحدار الخطي

للفترة الممتدة من عام 1970−2020 .المصدر :الباحثة

| المحطة | قيمة t | مستوى الدلالة الإحصائية | درجة الإنحدار الخطي لعدد العواصف الثلجية b |
|---|---|---|---|
| الشوبك | 0.81 | 0.4 | −0.3 |
| رأس منيف | 0.85 | 0.3 | −0.19 |
| الجامعة الأردنية | −0.005 | 0.99 | −0.09 |
| مطار عمان | −0.06 | 0.94 | −0.3 |
| إربد | −1.1 | 0.25 | −0.04 |

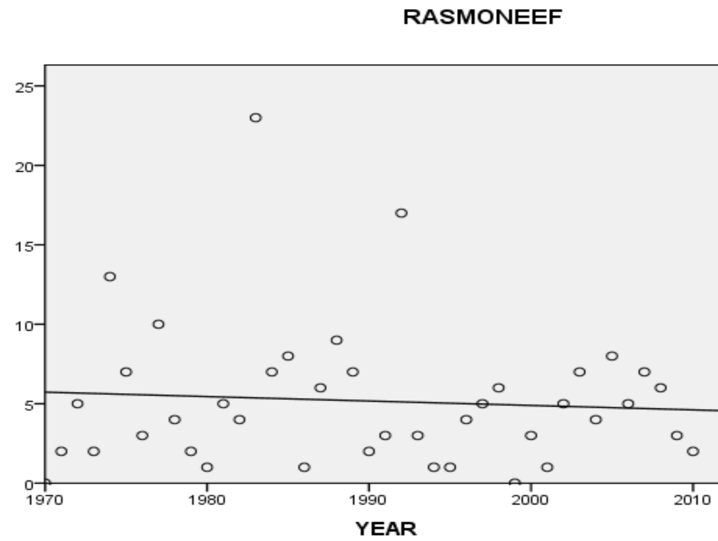
المصدر :الباحثة

تبين الأشكال (32a33,34i35,36037) ، طبيعة الإنحدار الخطي لأطوال العواصف الثلجية للفترة الممتدة من عام 1970−2010، في محطة الشوبك، ورأس منيف، والجامعة الأردنية، ومطار عمان، وإربد، على التوالي، ويظهر التناقص بوضوح في أطوال العواصف الثلجية مع مرور الزمن.



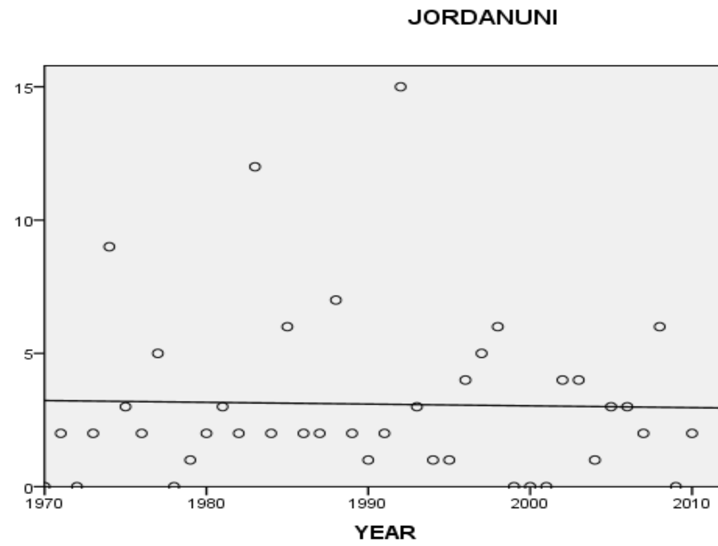

شكل رقم (32): الإنحدار الخطي لأ2010 العواصف الثلجية في محطة الشوبك (1970−2010).

المصدر :الباحثة



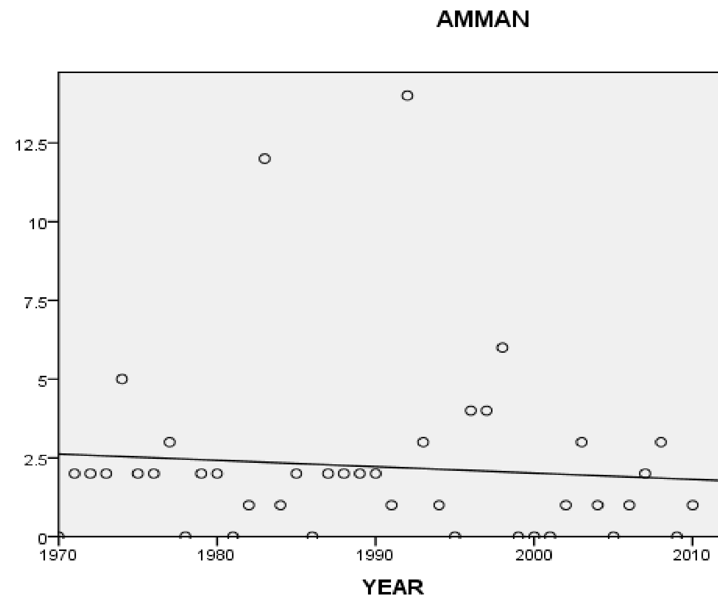

شكل رقم (33): الإنحدار الخطي لأ2010 العواصف الثلجية في محطة رأس منيف (1970−2010).

المصدر :الباحثة



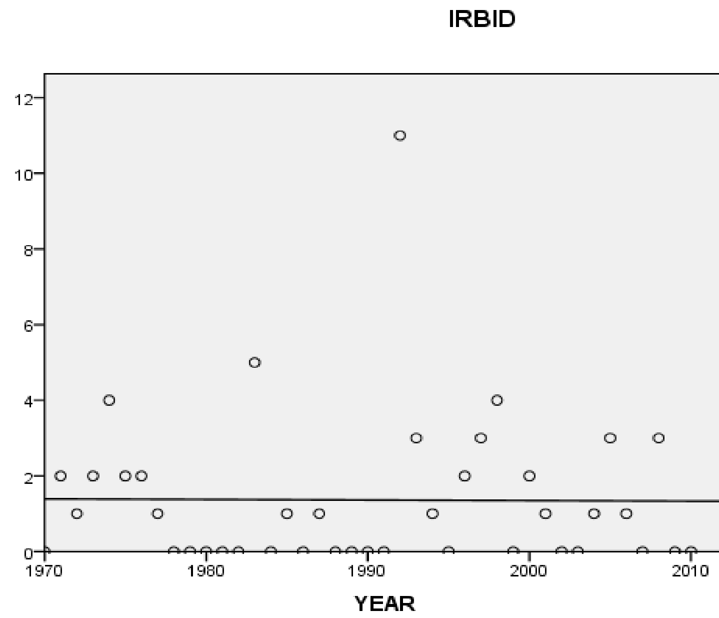

شكل رقم(34): الإنحدار الخطي لأ 2010 العواصف الثلجية في محطة الجامعة الأردنية(1970−2010).

المصدر :الباحثة



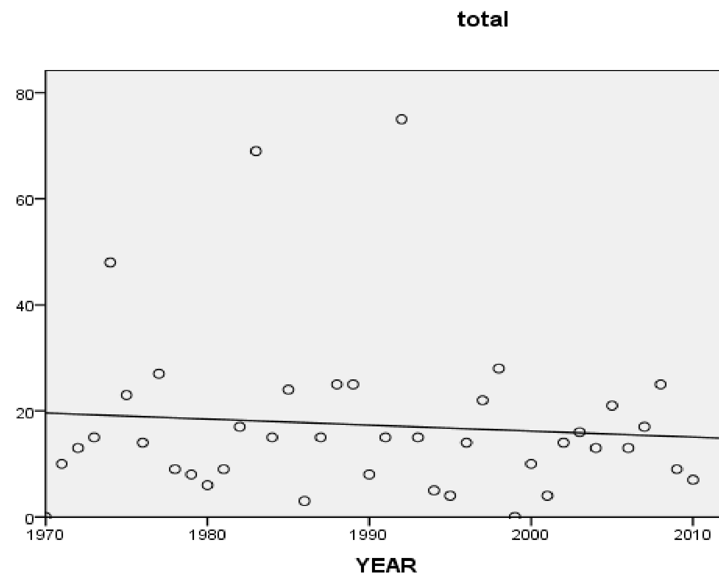

شكل رقم(35): الإنحدار الخطي لأ 2010 العواصف الثلجية في محطة مطار عمان (1970−2010).

المصدر :الباحثة




شكل رقم (36): الإنحدار الخطي لأ2010 العواصف الثلجية في محطة إربد(1970–2010).

المصدر :الباحثة

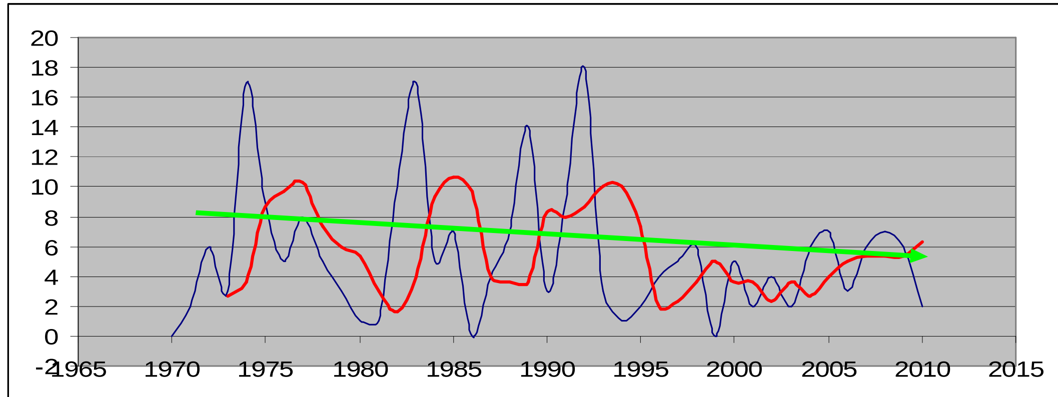



شكل رقم (37): الإنحدار الخطي لأ2010 العواصف الثلجية في جميع المحطات(1970–2010).

المصدر :الباحثة

ثانيا: المتوسطات المتحركة:

تبين من خلال حساب المتوسطات المتحركة لأعداد الأيام التي حدث فيها الهطول الثلجي: وجود تراجع في أعدادها بشكل ملحوظ في جميع محطات الدراسة المناخية، وقد ظهر هذا التراجع بشكل واضح، بغض النظر عن الذبذبات القصيرة التي حدثت في بعض السنوات وتمثل الأشكال (38 1 39 9 40 141 42) المتوسطات المتحركة والإتجاه العام لها في محطة الشوبك و رأس منيف والجامعة الأردنية ومطار عمان وإربد على التوالي، ويمثل المنحنى باللون الأحمر: المتوسطات المتحركة والخط باللون الأخضر: الإتجاه العام للإنحدار العكسي:



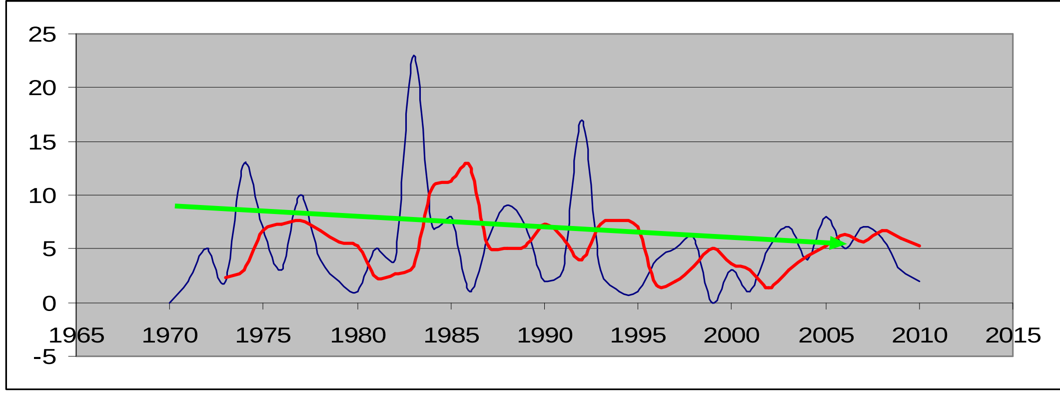

: المتوسطات المتحركة

:طول العواصف الثلجية/سنة

:الإتجاه العام للإنحدار

شكل رقم (38): المتوسطات المتحركة لأطوال العواصف الثلجية في محطة الشوبك للفترة الممتدة من عام 1970-2010

المصدر :الباحثة



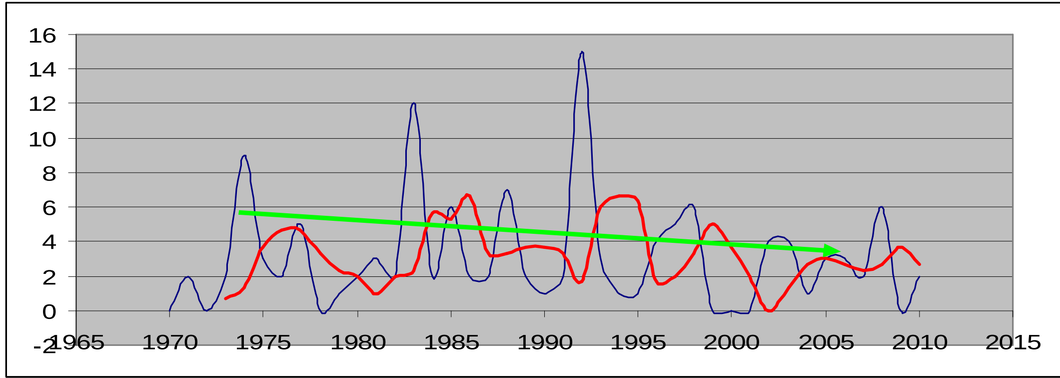

: المتوسطات المتحركة

:طول العواصف الثلجية/سنة

:الإتجاه العام للإنحدار

شكل رقم (39): المتوسطات المتحركة لأطوال العواصف الثلجية في محطة رأس منيف للفترة الممتدة من عام 1970-2010

المصدر :الباحثة



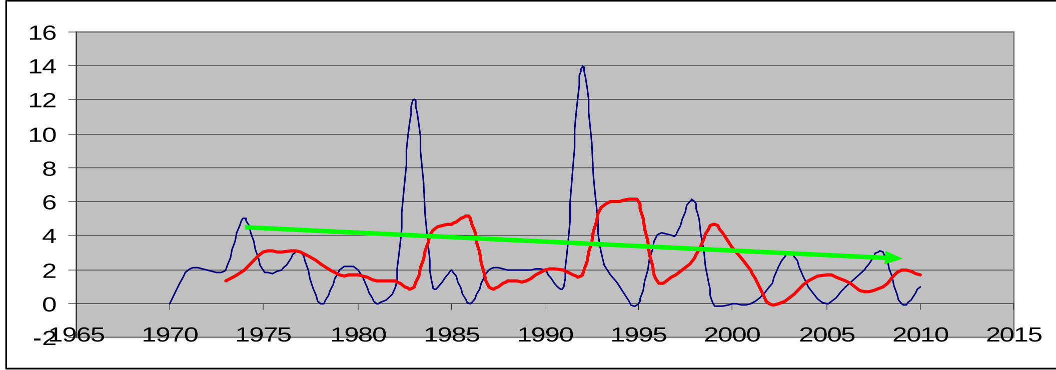

: المتوسطات المتحركة

:طول العواصف الثلجية/سنة

:الإتجاه العام للإنحدار

شكل رقم (40): المتوسطات المتحركة لأطوال العواصف الثلجية في محطة الجامعة الأردنية للفترة الممتدة من عام 1970-2010

المصدر :الباحثة



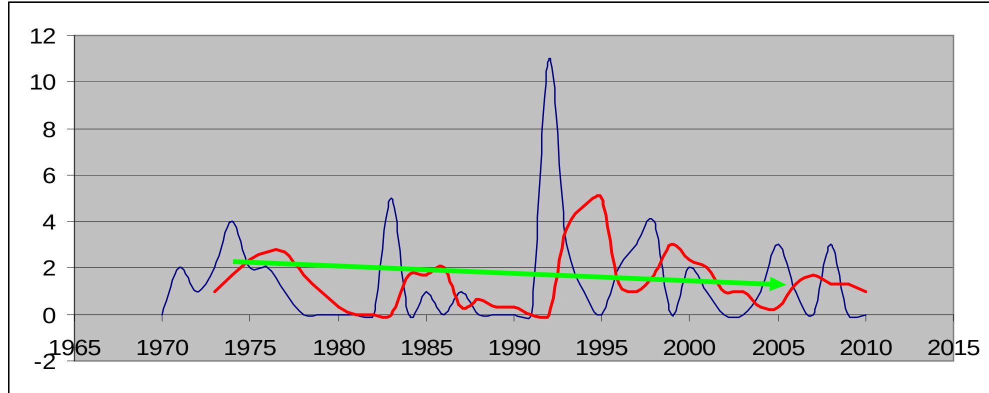

: المتوسطات المتحركة

:طول العواصف الثلجية/سنة

:الإتجاه العام للإنحدار

شكل رقم(41): المتوسطات المتحركة لأطوال العواصف الثلجية في محطة مطار عمان للفترة الممتدة من عام 1970-2010

المصدر :الباحثة




: المتوسطات المتحركة

:طول العواصف الثلجية/سنة

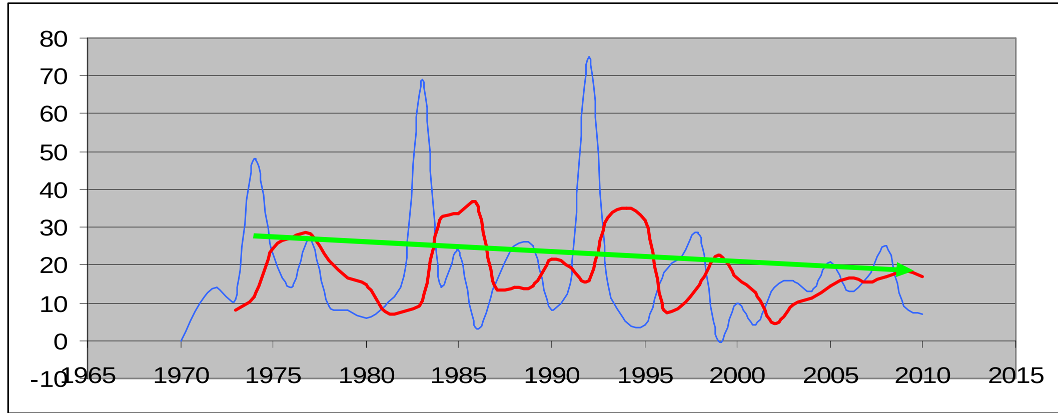
:الإتجاه العام للإنحدار

شكل رقم (42): المتوسطات المتحركة لأطوال العواصف الثلجية في محطة إربد للفترة الممتدة من عام 1970-2010.

المصدر :الباحثة

جميع المحطات:

يمثل الشكل رقم 343 المتوسطات المتحركة لمجموع أطوال العواصف الثلجية في جميع محطات الدراسة والإتجاه العام للإنحدار الذي يبين التناقص في أطوال العواصف الثلجية خلال الفترة الدراسية الممتدة من عام 1970-2010.




: المتوسطات المتحركة

:طول العواصف الثلجية/سنة

:الإتجاه العام للإنحدار

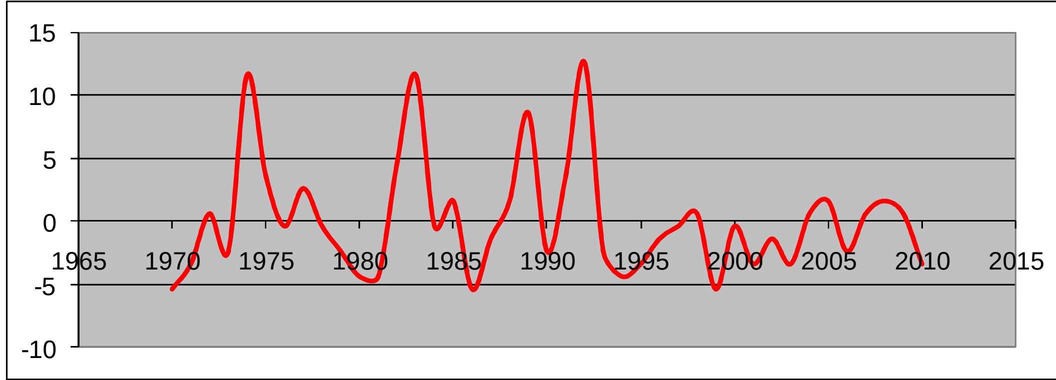
شكل رقم (43): المتوسطات المتحركة لأطوال العواصف الثلجية في جميع المحطات المدروسة للفترة الممتدة من عام 1970-2010.

المصدر :الباحثة

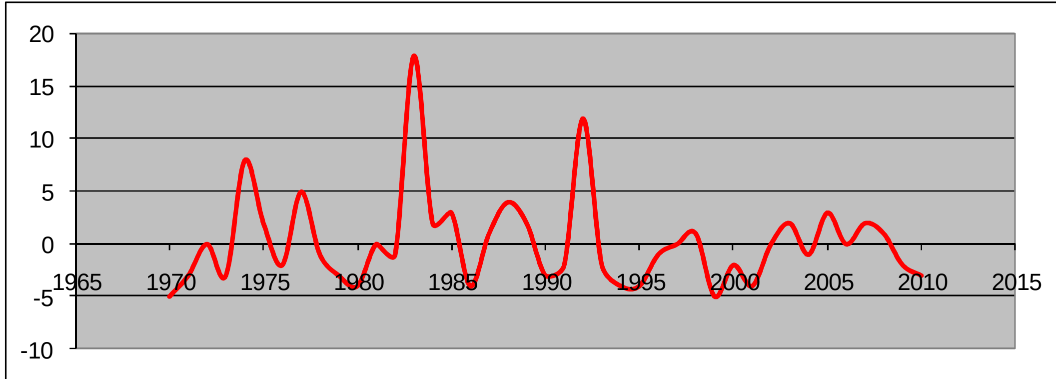
ثالثا: الفروقات المتجمعة:

تبين من خلال اختبار الفروق المتجمعة للمحطات المناخية الدراسية : وجود تناقص عام في جميع المحطات ، وخصوصا بعد عام 1992 وعلى الرغم من عدم وضوح التناقص بشكل ملحوظ في محطة إربد إلا أن التناقص موجود، ويؤكد ذلك منحنى الإنحدار العام ،أما في باقي المحطات المناخية كان

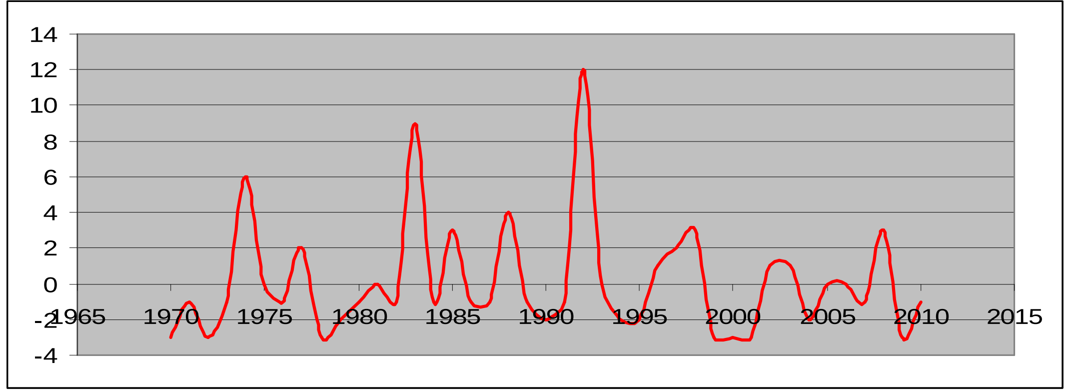
التناقص واضحا جدا في جميع الإختبارات وتمثل الأشكال (48) 44a454647) منحنيات الفروقات المتجمعة لمحطة الشوبك ورأس منيف والجامعة الأردنية ومطار عمان وإربد، على التوالي:



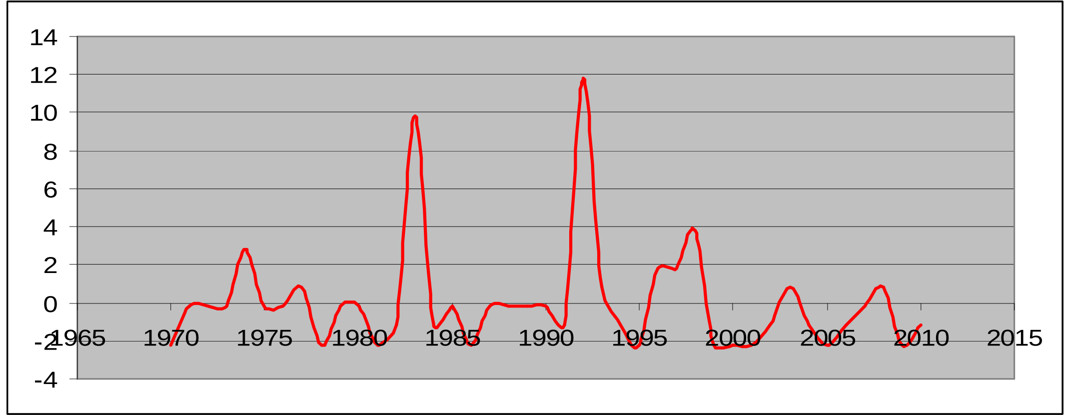

الشكل رقم( 44): منحنى الفروق المتجمعة لأطوال العواصف الثلجية عن وسطها الحسابي في محطة الشوبك للفترة الممتدة من عام 1970-2010.المصدر:الباحثة



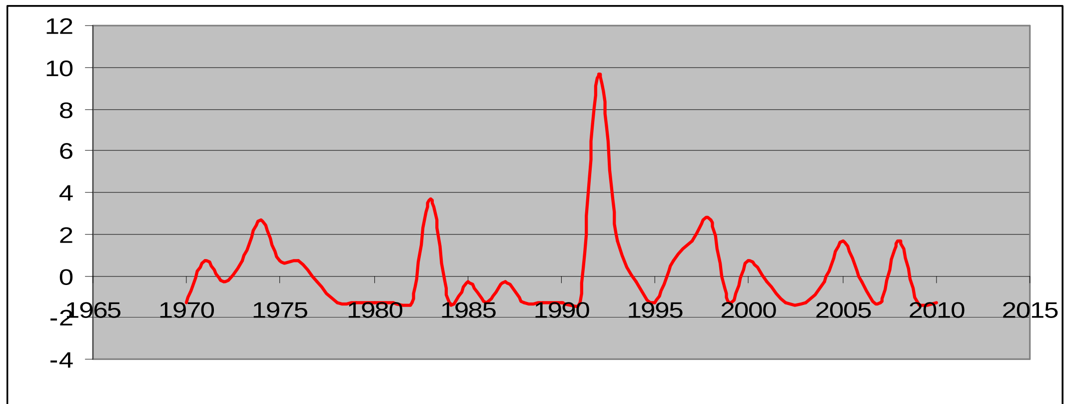

الشكل رقم( 45): منحنى الفروق المتجمعة لأطوال العواصف الثلجية عن وسطها الحسابي في محطة رأس منيف للفترة الممتدة من عام 1970-2010. المصدر:الباحثة




الشكل رقم( 46): منحنى الفروق المتجمعة لأطوال العواصف الثلجية عن وسطها الحسابي في محطة الجامعة الأردنية للفترة الممتدة من عام 1970-2010. المصدر :الباحثة



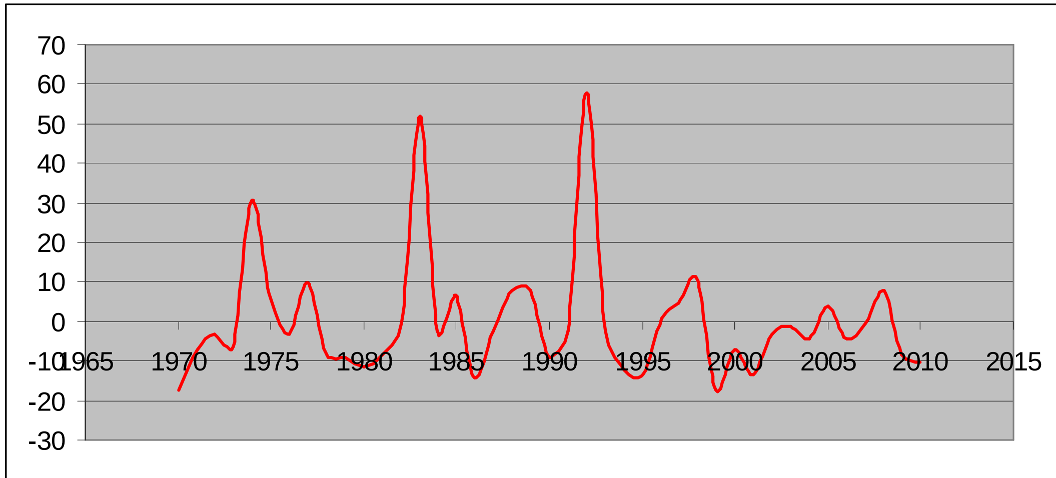

الشكل رقم( 47): منحنى الفروق المتجمعة لأطوال العواصف الثلجية عن وسطها الحسابي في محطة مطار عمان للفترة الممتدة من عام 1970-2010. المصدر :الباحثة




الشكل رقم( 48): منحنى الفروق المتجمعة لأطوال العواصف الثلجية عن وسطها الحسابي في محطة إربد للفترة الممتدة من عام 1970-2010. المصدر :الباحثة

جميع المحطات:

يظهر الشكل رقم (49): اختبار الفروقات المتجمعة لمجموع أطوال العواصف الثلجية في جميع المحطات تراجعا عاما واضحا في أطوالها ، وبشكل خاص بعد عام 1992 وجميع الأطوال التي تزيد عن الوسط الحسابي الذي يبلغ 17.3 تقع في النصف الأول من الفترة الدراسية الممتدة من عام 1970−2010 أما النصف الثاني من الفترة وتحديدا بعد عام 1992 فكانت جميع الأطوال أقل من المتوسط العام ، بالإضافة الى أنها لم تشهد أي ذبذبات قوية مثل النصف الأول من نفس الفترة.




الشكل رقم( 49): منحنى الفروقات المتجمعة لأطوال العواصف الثلجية عن وسطها الحسابي في جميع المحطات للفترة الممتدة من عام 1970-2010.

# الفصل الخامس

- النتائج
- التوصيات
- المصادر والمراجع

## النتائج:

1- تختلف معدلات حدوث العواصف الثلجية من منطقة إلى أخرى ؛ تبعا لاختلاف ارتفاع المحطات عن مستوى سطح البحر؛ حيث كلما زاد الإرتفاع زادت أعداد العواصف الثلجية ، فقد تعرضت الشوبك الأكثر إرتفاعا الى 99 عاصفة ثلجية خلال الفترة الممتدة من عام 1970-2010- في حين شهدت محطة رأس منيف الأقل إرتفاعا من الشوبك الى 91 عاصفة ثلجية ، ثم الجامعة الأردنية ل68 عاصفة ثلجية ، ثم مطار عمان ل 53 عاصفة ثلجية، في حين شهدت إربد الأقل إرتفاعا 38 عاصفة ثلجية لنفس الفترة.

2- تعرضت محطة الشوبك و الجامعة الأردنية ومطار عمان وإربد لأكبر هطول ثلجي في عام 1992 ، و كان عدد الأيام 18 يوم ،و15 يوم و 14 يوم من أصل ستة عواصف ثلجية و 11 يوم من أصل خمسة عواصف ثلجية على التوالي، وقد سجلت محطة رأس منيف أعلى عدد للأيام التي تساقط فيها الثلوج في عام 1983 والتي بلغت 23 يوم من سبعة عواصف ثلجية.

3- لم تشهد الأردن بعد عام 1992 أكثر من 3 عواصف في الشوبك ورأس منيف والجامعة الأردنية ، ولم تتعدى عاصفتين ثلجيتين في مطار عمان و إربد. أما قبل هذا العام ، سجلت 6 عواصف ثلجية في الشوبك والجامعة الأردنية ومطار عمان، والى 7 و 5 عواصف ثلجية في رأس منيف و إربد على التوالي .

4- لم تشهد الأردن ذبذبات قوية في أعداد وأطوال العواصف الثلجية بعد عام 1992 حتى عام 2010 .

5- تبين من خلال حساب المتوسطات المتحركة لمجموع أعداد العواصف الثلجية في المحطات الخمسة المدروسة : وجود تراجع في معدلات أعداد العواصف الثلجية بعد عام 1992 حتى عام 2010 ،مما يؤكد تأثير التغير المناخي على أعداد العواصف الثلجية في الأردن بالتناقص مع مرور الزمن بغض النظر عن الذبذبات القصيرة .

6- يظهر من خلال منحنى الفروقات المتجمعة وجود تراجع في أعداد العواصف الثلجية، حيث لم تشهد الأردن عدد للعواصف الثلجية أكبر من المعدل العام وهو 8.4 إلا خلال الفترة الممتدة من عام 1970-1992- وقد قل المتوسط الحسابي العام في النصف الثاني عن الأول في الفترة المدروسة حوالي يومين .

7- الإتجاه العام لأطوال العواصف الثلجية ليس له دلالة إحصائية في جميع المحطات المدروسة ، ولكن يوجد تراجع واضح في الإتجاه العام لأطوال العواصف الثلجية من خلال درجة الإنحدار الخطي السالبة .

8- تبين من خلال إخراج المتوسطات المتحركة لأطوال العواصف الثلجية في الفترة الممتدة من عام 1970-2010 : وجود تراجع في أعدادها بشكل ملحوظ في جميع محطات الدراسة المناخية، بغض النظر عن الذبذبات القصيرة الأمد.

9- تبين من خلال اختبار الفروقات المتجمعة لأطوال العواصف الثلجية في المحطات المناخية الدراسية : وجود تناقص عام ، وجميع الأطوال التي تزيد عن الوسط الحسابي الذي يبلغ 17.3 : تقع في النصف الأول من الفترة الدراسية الممتدة من عام 1970-2010 ،أما النصف الثاني من الفترة وتحديدا بعد عام 1992 : فكانت جميع الأطوال أقل من المتوسط العام.

10- يتوقع أن يستمر التراجع في أعداد و أطوال العواصف الثلجية ، وتباعد فترات الذبذبات القوية ، مع الإستمرار في إرتفاع درجة الحرارة العالمية.

## التوصيات

1- إنشاء المزيد من السدود والحواجز المائية والآبار؛ للحفاظ على المياه الناتجة من ذوبان الثلوج والأمطار بغية تغذية المياه الجوفية والآبار.

2- ترشيد استخدام الطاقة ، وتقديم الحلول البديلة بالإعتماد على الموارد الطبيعية المتجددة للمساهمة في تقليل الغازات المسببة لظاهرة التغير المناخي.

3- إجراء الأبحاث العليمة بشكل دوري ومتسلسل؛ لمعرفة أثر التغير المناخي على العواصف الثلجية في الأردن عبر الزمن، لمواكبة التغيرات التي تحدث تدريجيا ، وايجاد الحلول المناسبة لها.

# المصادر والمراجع

## المراجع العربية:


- إسماعيل- محمود (2006)، حماية طبقة الأوزون، **مجلة البيئة والحياة**، مقبول للنشر.
- الجمعية الأردنية لخريجي جايكا ( 2008))**التغيرات المناخية في الأردن وتأثيرها على القطاع الزراعي**،تقدم خدمات علمية ثقافية أجتماعية،عمان،الأردن.
- الجمعية العلمية للأمم المتحدة (2007)- **التنوع البيولوجي وتغير المناخ**، اليوم الدولي للتنوع البيولوجي، عمان، الأردن.
- الجمعية الملكية لحماية الطبيعة(2011) (**التغير المناخي والتنوع الحيوي**، عمان، الأردن.
- الجهني، رابح (1994) ) **العواصف الثلجية في المرتفعات الجبلية الأردنية** ، رسالة ماجستير غير منشورة ، الجامعة الأردنية،عمان،الأردن.
- الجهني، ممدوح (2011)- **تعلم قراءة خرائط الطقس** )(ط1)، السعودية:دار حافظ للنشر والتوزيع .
- الصطوف، عبد الإله (2006)- **التلوث البيئي أزمة العصر** (ط1)، سوريا: دار الزهور للنشر والتوزيع.
- الكوفي،حسن (2009)- **ظاهرة الإحترار الكوني وعلاقتها بنشاطات الإنسان والكوارث الطبيعية**) الإمارات،دبي الأكاديمية العربية المفتوحة في الدنمارك.
- الكيلاوي،محمد،(2009)- **الأقاليم المناخية** (ط1)،مصر:جامعة القاهرة.

- المجالي،عصام،(2009)) التغيّرات المناخيّة تزيد من فقر الأردن في المياه والزراعة- **مجلة ايلاف**، مقبول للنشر.
- المركز الجغرافي الملكي(2010) **(نبذة عن الأردن**، تتميز في مجال المعلومات الجيومكانية،عمان، الأردن.
- المنصوري،آمنة (2012) ) **مشاكل تلوث الهواء (الإحتباس الحراري) الأمطار الحمضية)** رسالة ماجستير منشورة ،جامعة بابل، بابل،العراق.
- بارود،نعيم (1993)) **التنبؤ المبكر بالأمطار السنوية في الأردن**،رسالة ماجستير غير منشورة، الجامعة الأردنية،عمان، الأردن.
- حرز الله، شيراز(2014)) أسباب الإحتباس الحراري، **موسوعة موضوع** ، مقبول للنشر.
- حمودة،خلود (2009)- **تغير المناخ وأثرة على انقراض الانواع**، رسالة ماجستير منشورة، جامعة بنها،القليوبية،مصر.
- دياري،صالح (2007)، الإنحباس الحراري والتغير المناخي- **مجلة البيئة والحياة**، مقبول للنشر.
- شحادة، نعمان (1991)) **مناخ الأردن** 1، مجلد1 ،الأردن ،عمان ، دار النشر.
- شحادة،نعمان (1992))**الجغرافيا المناخية** 2، مجلد1 ، الأردن ،عمان ، دار المستقبل.
- طارق الحميدي ،البدء بدراسة التغير المناخي في الأردن، الرأي،عمان ، ع5342 6-كانون ثاني-2010.

- عنانبة، صباح (2011)- **التأثير المحتمل للتغير المناخي على أمطار فصل الشتاء في الأردن**، رسالة ماجستير غير منشورة ، الجامعة الأردنية،عمان،الأردن.
- فايد ، يوسف (1971)- **جوانب من مناخ الأردن** ،أطروحة دكتوراه غير منشورة، جامعة بيروت العربية،بيروت، لبنان.
- قناة الاتجاه الفضائية (2014) **التغيرات المناخية ظاهرة كامنة تهدد استقرار العالم** ، تقارير وتحقيقات، تاريخ 1\نيسان،بغداد،العراق.
- محمد ابراهيم، نتائج الإحتباس الحراري على الطبيعة والإنسان، دنيا الوطن، **(**صحيفة الكترونية**)**، فلسطين، ع2323 22 -7-2010.
- موسى، علي (1996)، **التلوث الجوي** - 2،مجلد1، بيروت، دار الفكر المعاصر.
- نوفل،محمد، (2007))**اقتصاديات التغير المناخي : (الآثار والسياسات)**،أطروحة دكتوراه غي منشورة ، جامعة المنوفية ،الكويت، الكويت.
- وردم،باتر،**الأردن وتغير المناخ**، الدستور، الأردن،ع 4332- 15\تشرين أول\2009.
- وزارة الموارد المائية (2004)) **إدارة الموارد المائية في العراق الواقع والحلول**،إدارة مشروع سد حمرين ،المقدادية، العراق.

## المراجع الأجنبية:

- Barnett T T. P, Adam J. C & Lettenmaier D. P, (2005), Potential impacts of a warming climate on water availability in snow dominated regions. **Jurnal of Nature Magazine**, 438(1), 303-309.
- Bauer,Stefan (2005), Umweltpolitische Herausforderung, **Informationen zur Politischen Bildung,** 287(1) ,9-16.
- Bund Klimaschutz (2007**)**, **Die grüne Lunge keucht** ,Baumsterben am Amazonas.Germany.
- Cess R.D, Potter G.L,et.al (1991**),** Interpretation of Snow-Climate Feedback as Produced by 17 General Circulation Models, **Jurnal of Science Magazine**,(5022), 888-892.
- Cyprus Institute (2010), **Climate change and impacts in the Eastern Mediterranean and the Middle East**, Research Media Ltd.Cyprus.
- Department of Metreology (2008), **the impact of climate change on daily precipitation statistics in Jordan and Israel**.Isreal.
- Elkawasmeh.y (1983), **Climatic water balance in Jordan,** ph.d.thesis, Ghent Univarsity, Belgium, Europe.

- Germanwatch (2009), **Klimawandel und Armutbekämfung**,(1st ed).Germany.
- Hammoury,Nezar (1995),Assesment of Climate Change Impacts on Water Resources of North Jordan, Unpublished Doctoral Dissertation,king Abdullah Univarsity,Irbid,Jordan.
- Impact Panel of Climate Change (2008), **Climate Change and Water. Technical** (IPCC Secretariat). United Kingdom.
- Impact Panel of Climate Change (2012), **Summary for Policymakers. In: Managing the Risks of Extreme Events and Disasters to Advance Climate Change Adaptation**, United Kingdom.
- Jonathan Overpeck, Bradly Udall, (2010), **climate change (dry times ahead), science magazine**, vol.328 no.5986 pp.1642-1643.
- Kevin Hennessy, Penny Whetton, Ian Smith, Janice Bathols, Michael Hutchinson & Jason Sharples, (2003), **The Impact of Climate Change on Snow Conditions in Mainland Australia,** CSIRO Atmospheric Research, Victoria, Australia.
- klima-und_gerichtigkeit-Tagung (2008).Nord-Sud-Dialog, Klimawandel und Gerichtigkeit, 23-25.

- Lyon, Alistair (2010), Climate change threatens Lebanon's snow and cedars, **Faraya**, Accepted for Pulication.
- Nigel W. Arnell (1999), Climate change and global water resources, **Jurnal of Elsevier Science**, 9(1), 31-49.
- NOAA (1978), **Earth System Research Laboratory cooperative air sampling network since 1978,** United State.
- Patrick Lynch as a NASA portal (2012), **NASA Finds 2011 Ninth Warmest Year on Record**, United State.
- Peel, M. C, Finlayson, B. L. and McMahon, T. A (2007), **Updated world map of the Köppen–Geiger climate classification**, Hydrol. Earth Syst. Sci. (11): 1633–1644. ISSN 1027-5606. Direct: Final Revised Paper.
- Plöger, Stven (2007**),** Welt und Klima, **Aus Politik und Zeitgeschichte** ,germany.
- Spiegel (2007), **CO2-Ausstoss verschiedene Automarken,** Germany.
- Totz, Sigried, (2008), **Klimawandel überall-**Siberien, taut, Afrika verdorrt, Germany.

- **www.wikipedia.com**.

# IMPACT OF CLIMATE CHANGE UPON SNOWSTORMS IN JORDAN

By

Ola Ayasrah

Supervisor

Dr. Numan A. Shehadeh

## ABSTRACT

The aim of the study is to know the impact of global climate change on snow storms in Jordan during the period from 1970 to 2010 in winter season.

The data was taken from five stations that have relatively long snow storms records in Jordan, it was analyzed by the suitable statistical methods, namely: (t-test, linear regression, the differences are accumulated and moving averages).

The study concluded that there is a significant decline in the general direction of the number and length of snowstorms in Jordan, particularly after 1992. Under the effect of continuing global temperature rise, this decline is expected to continue with elongating intervals between strong snow storms.